

**A Vulnerabilidade aos Incêndios na Madeira –
Caso de estudo Santa Cruz**

Pedro Filipe Brigham da Guerra Andrade

**Dissertação de Mestrado em Gestão do Território
Área de especialização em Detecção Remota e
Sistemas de Informação Geográfica**

Abril, 2014

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território – Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, realizada sob a orientação científica da Doutora Teresa Santos e co-orientada pelo Professor Doutor José António Tenedório.

Dedicatória Pessoal
(opcional)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, uma palavra de agradecimento aos orientadores desta dissertação, a Doutora Teresa Santos e o Professor Doutor José António Tenedório, que o souberam guiar na direcção certa e se mostraram sempre disponíveis para prestar apoio e para o esclarecimento de dúvidas.

Ao Doutor Richard Freitas Mata e à Câmara Municipal de Santa Cruz, pelo fornecimento dos dados necessários à condução desta investigação, que de outra forma teria sido impossível.

Ao meu colega João Domingues, pelo apoio prestado numa fase difícil.

A todos os colegas e amigos de curso que tornaram a faculdade uma experiência inesquecível e com quem fui crescendo, partilhando experiências, divertimentos e também momentos menos bons ao longo dos anos. De destacar o Miguel Jeremias que é mais do que um amigo, é um irmão.

À Ana Sofia, pelo apoio incondicional, por toda a força que me deu ao longo deste período, e pela paciência para os desabafos.

Por fim, à minha família, aos meus pais e ao meu irmão, pela motivação e apoio constante independentemente das adversidades que cada um enfrentou. Este período de realização da dissertação coincidiu com alguns momentos difíceis que felizmente foram já ultrapassados.

VULNERABILIDADE AOS INCÊNDIOS NA MADEIRA – CASO DE ESTUDO SANTA CRUZ

Pedro Filipe Brigham da Guerra Andrade

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE: Incêndios florestais, Risco, Vulnerabilidade, Dano potencial, Sistemas de Informação Geográfica

Desde 1970 que se tem verificado em Portugal um agravamento no número de ocorrências de incêndios florestais bem como da área ardida resultante dos mesmos. A mesma tendência se tem verificado noutros países, atingindo no entanto mais severamente os países do Sul da Europa, com clima mediterrânico. Neste contexto, procura-se nesta investigação analisar as causas deste fenómeno, nas suas diferentes dimensões: social, económica e ambiental. Deste modo, a análise decorre a duas escalas: uma análise a um nível nacional (evolução do problema em Portugal) e a um nível regional (região do caso de estudo).

Ao longo do trabalho analisa-se o actual estado das investigações sobre avaliação de risco de incêndio, considerando sempre o papel que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) assumem nesta área. Com este propósito, confrontam-se metodologias elaboradas por diferentes investigadores, reflectindo sobre as opções tomadas em cada uma delas.

A metodologia proposta é aplicada a um caso de estudo específico - Santa Cruz (Madeira) com o propósito de analisar a Vulnerabilidade deste território aos incêndios e atingir um melhor entendimento de como combater este problema.

Wildfire Vulnerability in Madeira – Case Study Santa Cruz

Pedro Filipe Brigham da Guerra Andrade

ABSTRACT

KEYWORDS: Wildfires, Risk, Vulnerability, Potential Damage, Geographic Information Systems

Since the 1970's there has been an increase in wildfire occurrences, as well as a rise in the burnt areas per wildfire. The same tendencies exist in other countries, particularly in the Southern Europe, with a Mediterranean climate. Considering this, the present investigation aims to expose the true causes of this phenomenon, analyzing its different dimensions: social, economic and environmental. Thus, the analysis is made in two scales: national (wildfire evolution in Portugal) and regional (case study).

The current developments of the investigations concerning the science of wildfire risk will also be analyzed, always considering the role Geographic Information Systems (GIS) play in this area. With this in mind, different methodologies by different authors will be examined, reflecting upon the choices in each of them as a base to the vulnerability methodology that will result from this paper.

The proposed methodology is applied to a specific case study – Santa Cruz (Madeira) with the purpose of analyzing this territory Vulnerability to wildfire risk and achieve a better understanding how to fight it.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: A PROBLEMÁTICA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS	3
1.1 – Evolução do problema em Portugal	3
1.2 – Consequências físicas e socio-económicas	8
1.3– Enquadramento legal	12
CAPÍTULO 2: DISCUSSÃO CONCEPTUAL	20
2.1 – Ciência do risco	20
2.2 – Modelo conceptual	23
2.3 – Análise de metodologias de risco existentes	29
CAPÍTULO 3: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE	33
CAPÍTULO 4: CASO DE ESTUDO: O CONCELHO DE SANTA CRUZ	37
4.1 Área de estudo e dados geográficos	37
4.1.1- Caracterização física e socioeconómica do concelho de Santa Cruz	39
4.1.2 – Planeamento urbano-florestal e o impacto dos incêndios nos últimos anos	45
4.2 - Implementação da metodologia proposta	52
4.3 – Discussão dos resultados	55
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES	62
5.1 – Proposta de medidas de prevenção	62
5.2 – Considerações finais	66
BIBLIOGRAFIA	70

ÍNDICE DE FIGURAS	75
ÍNDICE DE QUADROS	76
ANEXOS	77

LISTA DE ABREVIATURAS

AFN – Autoridade Florestal Nacional

CEFF – Comissões Especializadas de Fogos Florestais

COSRAM - Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma da Madeira

ENF – Estratégia nacional para as Florestas

IGP – Instituto Geográfico Português

ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas

PDM – Plano Director Municipal

PGF – Plano de Gestão Florestal

PNDFCI - Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios

PNPPFCI - Plano Nacional de Prevenção e Protecção da Floresta contra os Incêndios Florestais

PROF - Plano Regional de Ordenamento Florestal

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

RAM – Região Autónoma da Madeira

Introdução

Este trabalho propõe-se a analisar a questão dos incêndios florestais a dois níveis: o nacional, no qual se elaborará uma síntese da problemática e da evolução desta questão em Portugal, e o regional, através da análise de um caso de estudo concreto, nomeadamente do concelho de Santa Cruz na Madeira. Pretende-se com esta análise de um caso específico compreender a Vulnerabilidade de um determinado território aos incêndios florestais. Importa referir que a Vulnerabilidade é apenas um de diversos indicadores constituintes da análise do Risco de incêndio. Avalia determinados factores que outros indicadores de Risco não conseguem.

A problemática dos incêndios florestais tem vindo a assolar Portugal, provocando danos sociais, económicos e acima de tudo ambientais, irreparáveis. Assim, tendo em vista a atenuação das consequências desta problemática, e atendendo à sua complexidade, importa explorar as diferentes dimensões que esta assume estudando as causas concretas, bem como as tendências verificadas nos últimos anos no país. No contexto desta dissertação, interessa ainda avaliar aspectos estruturais do país, analisando a sua estrutura florestal e a legislação elaborada no sentido da protecção das florestas, procurando determinar de que forma estes elementos contribuem para a prevenção ou o agravamento do problema. Aborda-se neste capítulo ainda a evolução das medidas legais tomadas ao longo dos anos e avalia-se em que medida estas contribuíram para a resolução (ou não) do problema. Estes assuntos serão abordados no capítulo 1.

Ao lidar com a análise de Risco, importa definir o modelo conceptual que será seguido neste trabalho, uma vez que a existência de uma multiplicidade de estudos sobre este assunto criou alguma confusão na terminologia usada por parte da comunidade científica. Assim, no capítulo 2 explicam-se os diversos conceitos de risco aplicados nesta investigação e as relações que estes têm entre si. Cumulativamente, este capítulo engloba ainda uma análise às principais metodologias de risco existentes na actualidade, tendo como objectivo entender as principais diferenças entre cada metodologia bem como as variáveis utilizadas em cada uma destas.

No capítulo 3 terá lugar o desenvolvimento de uma metodologia que permita calcular a Vulnerabilidade de um determinado território. Depois de no capítulo 2 se terem analisado diversas metodologias de Risco existentes, será realizada uma adaptação que permita calcular as áreas mais vulneráveis em caso de incêndio na região.

No capítulo 4 é seleccionado um caso de estudo – o concelho de Santa Cruz, na Madeira – e é aí realizada uma análise aprofundada às características específicas do território em questão por forma a poder proceder à elaboração de cartografia de risco, nomeadamente da Vulnerabilidade desta região aos incêndios. A selecção do território de estudo atendeu a diversos critérios. Antes de mais, porque a prevenção nas Regiões Autónomas ainda está aquém do desejável. Por exemplo, enquanto em Portugal Continental existe já uma cartografia de risco de incêndio florestal, criada pelo Instituto Geográfico Português (IGP), isso não existe para as regiões insulares. Outro aspecto importante foi que em 2012 este concelho sofreu de graves incêndios, pelo que se torna um bom caso de estudo, actual e com interesse pois é uma região onde é possível analisar as consequências do incêndio a nível ambiental, social e económico. Ainda neste capítulo será aplicada a metodologia para o cálculo da Vulnerabilidade bem como a apresentação e discussão dos resultados.

O capítulo 5 focar-se-á na proposta de medidas adicionais de prevenção que podem contribuir para a diminuição da vulnerabilidade aos incêndios. Estas propostas oferecidas terão um enquadramento tanto à escala de estudo (Santa Cruz) como à escala nacional. Serão ainda tecidas as considerações finais relativas a esta investigação.

Capítulo 1: A problemática dos incêndios florestais

1. 1. Evolução do problema em Portugal

Uma vez que grande parte da área do território português se encontra coberta por vegetação é natural que um dos maiores desafios que Portugal enfrenta seja os incêndios florestais. No entanto importa conhecer as verdadeiras causas deste problema, como forma de melhorar a sua prevenção. Para tal é necessário regressar à época em que os incêndios florestais foram assumidos como um verdadeiro problema. Isto aconteceu com a promulgação do Decreto-Lei nº 488/70, onde está escrito que “Todas estas circunstâncias impõem, pois, a promulgação de medidas legislativas que se coadunem com as realidades presentes, devendo reconhecer-se, tal como sucede em muitos outros países, que os incêndios florestais, nomeadamente na sua fase de extinção, constituem problema de ordem pública, exigindo, portanto, a intervenção das autoridades administrativas”, coincidiu com um período em que os incêndios florestais se agravavam drasticamente, os anos 70/80, do século passado. Nesta altura, verificava-se um aumento significativo de ocorrências juntamente com um crescimento da área ardida por incêndio.

Esta problemática apresenta uma abordagem complexa por englobar uma grande diversidade de factores de origem a par de uma grande interacção entre os mesmos. Começando pela origem do problema, este explica-se através de variáveis socio-económicas e físicas do território, bem como administrativas. Todos estes factores estão relacionados (como será explicado posteriormente) e contribuíram para o agravamento da questão dos incêndios florestais.

É importante referir que Portugal apresenta à partida atributos físicos e naturais desde logo propícios aos incêndios. O seu clima mediterrânico tem como características principais Verões secos, quentes e longos e Invernos húmidos. Os Verões são secos, dada a baixa humidade relativa do ar, o que juntamente com as temperaturas elevadas, leva a que seja neste período que se registam a maior parte das ocorrências. “O risco de eclosão de fogos florestais relaciona-se essencialmente com o jogo entre a temperatura e a humidade do ar, sendo tanto maior quanto mais elevada for a temperatura e a humidade mais baixa, considerando-se a velocidade do

vento muito importante, em especial se ele vier de certos quadrantes” (F. Rebelo, 1980; L. Lourenço, 1988 e 1991).”

No que concerne à topologia, Portugal apresenta uma grande diversidade, desde as vastas planícies a Sul até ao relevo acidentado nas regiões Centro e Norte, com a existência de diversas serras, montes e montanhas. O relevo acidentado vem contribuir para o aumento do risco de incêndio uma vez que “condiciona a temperatura e a precipitação” (Ventura e Vasconcelos, 2006). A propagação de fogos também é afectada pelos declives, sendo que esta tende a ser mais acelerada quanto maior for o declive. Em 2006, Viegas designou de “triângulo do fogo” aos três principais factores condicionantes do comportamento do fogo sendo estes o combustível, a topografia e a meteorologia. Assim sendo, uma vez que em Portugal existe uma vasta área florestal, um clima quente e um relevo relativamente acidentado, estão assim reunidas as condições naturais favoráveis ao desenvolvimento de incêndios florestais.

Portugal sempre foi um país maioritariamente agrícola, muito pouco industrializado. Ao longo do século XX a sua indústria foi-se desenvolvendo, sendo que em 1963 o valor da produção industrial ultrapassou pela primeira vez o valor da produção agrícola. Como nos outros países da Europa Ocidental, “A industrialização da economia portuguesa teria inevitavelmente de acarretar a diminuição da importância da agricultura na produção nacional” (Lains, 1994). Tal como já se tinha verificado em outros países após a Revolução Industrial, esta teve várias consequências de ordem social e económica. Destacam-se o êxodo rural, deslocando-se a população em direcção às cidades na busca de melhores condições de vida, provocando um abandono dos campos, contribuindo para a uma diminuição da mão-de-obra disponível e para o envelhecimento da mesma no sector agrícola. Consequentemente, este sector ficou muito debilitado, ficando as matas e florestas muitas vezes ao abandono, sem ninguém para as limpar. Isto resulta numa acumulação de combustível, tornando estes locais mais propícios para a deflagração e propagação de incêndios. Existiu no entanto um outro factor que contribuiu para o aumento de combustível nas florestas. Juntamente com o abandono do meio rural, verificou-se o abandono da lenha como principal fonte de aquecimento, bem como o aparecimento de novos

fertilizantes químicos, factores que conduziram a uma menor utilização de lenha, carvão e de estrumes. Deste modo, resulta que estes permanecem na floresta em vez de serem utilizados, traduzindo-se num grande aumento da quantidade de combustível.

Outro factor de natureza socio-económica consiste na melhoria da qualidade de vida, que levou a que muitas pessoas citadinas fossem passear por lazer para o campo, sendo um factor causador de incêndios por desleixo. A realização de piqueniques ou outras actividades acentuam a acção antrópica sobre a floresta, deixando resíduos (lixo) que podem também por vezes ser combustíveis, cigarros acesos, etc. (L. Lourenço, 1991).

Outro aspecto muito importante, apesar de difícil quantificação, reside nos incêndios de origem criminosa. Estes podem ter uma motivação económica, de alguém ou alguma empresa que procura enriquecer com base num determinado terreno. Podem também ter origem em sentimentos de vingança pessoal, ou até mesmo de “inocentes” jogos.

A falta de consciência ecológica é um problema que se verifica em grande parte da população, patente nos passeios descuidados, nos incêndios criminosos e até em incêndios provocados deliberadamente por motivos recreativos que por vezes se podem descontrolar (queimadas, fogueiras, etc). Este é um dos maiores desafios que é necessário resolver e um dos mais complexos, uma vez que não é fácil de modificar mentalidades. É importante destacar que os incêndios florestais são causados maioritariamente por acção antrópica, voluntária ou não. Quando ocorrem por causas naturais, estas podem ser duas: a combustão espontânea (fenómeno bastante raro) ou, mais normalmente, por trovoadas. A título de exemplo, num estudo realizado em Espanha concluiu-se que em 230.000 incêndios apenas 4% foram provocados por causas naturais, tendo 25% causas desconhecidas e os restantes 71% foram causados por pessoas (16% por negligência e 55% intencionais) (Martinez et al., 2009).

São estes os principais motivos que precipitaram o aumento do número de ocorrências de incêndios bem como a sua gravidade. Como se pode ver, as causas têm várias dimensões, sendo sociais, económicas, ambientais e culturais estando na maioria dos casos inter-relacionadas. No entanto a identificação do problema e das

causas não permitiu a resolução do problema. Apesar de ter sido elaborada ao longo dos anos legislação no sentido de apresentar medidas de apoio à prevenção e combate de incêndios, estas não têm sido eficazes. Pelo contrário, este problema continuou a agravar-se até aos dias de hoje (fig.1), acarretando sérias consequências para o país.

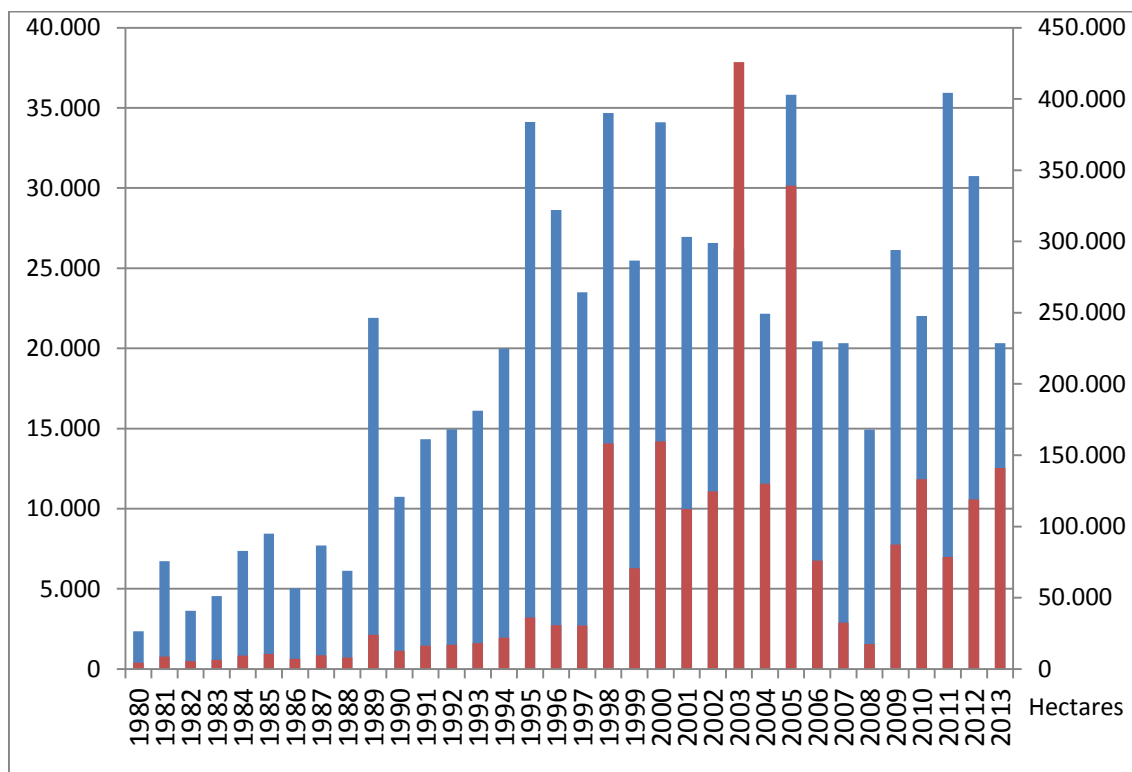




Figura 1: Número de ocorrências de incêndio em relação à área ardida em Portugal entre 1980 e 2011.

Nota: Dados de 2013 apenas representam até ao mês de Outubro.

Fonte: Dados provenientes do ICNF.

Ocorrências 
 Áreas ardidas 

A figura 1 mostra um gráfico que indica muito especificamente o sentido em que esta situação tem vindo a evoluir ao longo dos anos. A partir do ano de 1998 deparamo-nos com um claro aumento de ocorrências de incêndios de grandes dimensões, traduzindo-se numa área ardida muito superior ao que era observado nos anos anteriores.

Existe outra questão que tem grande impacto nos incêndios florestais - a estrutura florestal portuguesa. Neste caso específico, afecta a prevenção de incêndios. De acordo com a Estratégia Nacional para as Florestas (2007), “apenas 2% da área

florestal é propriedade pública, ou seja, praticamente toda a floresta é propriedade privada. Isto levanta inúmeros problemas, sendo um dos principais a dificuldade de implementação de uma política de gestão florestal verdadeiramente eficaz. Estando a floresta distribuída nas mãos do investimento privado, naturalmente que apesar de ser possível a criação de directrizes comuns, torna-se um processo extremamente complexo conciliar os diversos interesses existentes com o interesse nacional.”

A nível climatológico, verifica-se ainda outro fenómeno que também contribui para o aumento dos incêndios (ainda que não seja possível quantificar em que escala), o aquecimento global. Estima-se que desde os anos 70 a temperatura em Portugal tenha aumentado cerca 0.5°C por década, um aumento superior ao da temperatura média mundial (ENF, 2007). Como consequência, os Verões tornam-se mais quentes e consequentemente mais propícios à deflagração de fogos. No anexo I – figura 1, está representada a evolução da média das temperaturas máxima e mínima em Portugal, discriminando Portugal Continental, Ponta Delgada e Funchal. Tendo estes aspectos em mente, Kasischke e Turetsky (2006) elaboraram um estudo sobre o modo como as alterações climáticas influenciavam os incêndios, comprovando que o aumento de ocorrências e de severidade dos incêndios está de facto relacionado com o aumento das temperaturas que se tem vindo a verificar nas últimas décadas.

Estas “alterações recentes nas condições sociais e climáticas têm afectado significativamente os regimes de fogo históricos, envolvendo um potencial de dano maior do que existia tradicionalmente” (Román et al., 2012). Desta forma, é importante perceber não apenas as causas do aumento de ocorrências de incêndio, mas também o porquê do potencial de dano ter tendência para aumentar com o passar dos anos.

Curiosamente, as causas dos incêndios, de um modo geral, mantêm-se as mesmas ao longo das décadas. Significa isto que o mais grave problema continua a ser a mentalidade das pessoas para com esta questão, não entendendo bem a dimensão do problema e as reais consequências deste.

Apesar da sua importância, a influência dos factores humanos nos padrões espaciais e temporais de ocorrência de incêndios não é bem compreendida (Sturtevant e Cleland, 2007). É por este motivo que muitos investigadores se

debruçam actualmente sobre formas de quantificar o impacto da actividade humana no âmbito da prevenção de incêndios, através da criação de índices de risco que integrem esta componente. Trata-se naturalmente de um tema complexo uma vez que as actividades humanas são muito dinâmicas no espaço e no tempo, o que dificulta muito a estimativa de padrões espaciais específicos (Martinez et al., 2009).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham um papel fundamental no contexto da avaliação do risco de incêndio. Vieram permitir uma optimização da eficácia na prevenção, oferecendo apoio também na fase de planeamento. A sua capacidade de organizar e manipular uma grande quantidade de informação em ambiente digital permite o desenvolvimento de cartografia de apoio à decisão. É assim possível identificar dentro de cada território as áreas de maior susceptibilidade, ou seja, onde se verificam condições mais favoráveis para a deflagração de incêndios, juntamente com os elementos expostos. Estes consistem numa rede de elementos potencialmente afectados por um incêndio que interessa proteger como por exemplo a população, infra-estruturas e actividades económicas. Deste modo é possível delinear planos de acção tendo em vista uma maior eficácia na fase do combate, uma vez que aquando da ocorrência de um incêndio já se conhecem previamente quais os principais pontos a defender e as melhores rotas a tomar para chegar rapidamente ao local em risco.

Assim, verifica-se que os SIG são actualmente uma ferramenta indispensável no estudo do risco de incêndio. Mais, é este o meio que permite um melhor entendimento desta problemática e é através deste que tem sido possível a concepção de novas metodologias de risco que têm vindo a aperfeiçoar a avaliação de risco.

1. 2. Consequências físicas e socio-económicas

É importante clarificar a real gravidade das consequências provocadas pelo crescimento do número de incêndios florestais. Antes de mais, importa salientar o peso que o sector florestal tem no Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Tratando-se de um país com uma área florestal muito grande é natural que esta adquira importância para a economia. De acordo com a Estratégia Nacional para as Florestas

(2007), a “produção económica anual da floresta portuguesa é avaliada em 1,2 mil milhões de euros”. Porém, as consequências da destruição da floresta através dos incêndios florestais não se limitam ao impacto desta no PIB nacional. “Os prejuízos por eles causados repartem-se por um tão vasto leque de áreas de intervenção que, em regra, se torna impossível a sua exacta avaliação” (L. Lourenço, 1998). Mesmo limitando-nos às consequências económicas, o sistema florestal envolve diversas variáveis, algumas de difícil quantificação. Por estes motivos, vários investigadores dedicam-se à procura de novos métodos que permitam avaliações mais correctas aos danos causados por incêndios.

Na sequência de um incêndio interessa fazer uma avaliação dos estragos sendo para isso necessário, antes de mais, determinar o valor das árvores ardidas, valor esse que pode ser quantificado com algum rigor. Apesar de ser exequível, apenas se pode quantificar o valor das diferentes tipologias florestais no momento do incêndio. Os incêndios propiciam o aparecimento de pragas, que por vezes não se limitam à área incendiada, destruindo árvores ao seu redor que não podem ser contabilizadas. Existe ainda uma multiplicidade de actividades relacionadas com a floresta que se tornam mais complicadas de avaliar, normalmente consistindo de actividades de subsistência para as populações locais que sentem assim um impacto ainda maior a nível económico nas suas vidas.

Com o intuito de dar resposta a estes problemas, têm sido realizados recentemente diversos estudos. Actualmente, com a utilização dos SIG é mais eficiente a espacialização dos recursos em risco, permitindo assim a quantificação do dano potencial no caso de incêndio (Thompson, 2011). Ou seja, é possível elaborar já previsões e estimativas do que poderá ser perdido na eventualidade de ocorrência de um incêndio num determinado território.

No caso de os fogos atingirem áreas urbanas, terá também que se calcular os danos causados a casas, infra-estruturas públicas, etc. Neste caso todos estes aspectos podem ser facilmente quantificados. No entanto, L. Lourenço em 1991, chama a atenção para a componente humana, as famílias que ficam sem casa muitas vezes chegam a viver em condições desumanas por atrasos nos subsídios ou mesmo na não atribuição dos mesmos. O autor atribui isto à condição social, cultural e/ou etária da

população afectada, tratando-se muitas vezes de áreas remotas e até isoladas em que as pessoas não sabem o que fazer para obterem os seus subsídios e indemnizações.

Outro factor económico que é esquecido frequentemente é o valor das florestas para o turismo. Naturalmente, a abundância de espaços verdes é um importante factor de atracção para os estrangeiros que visitam o país. Nomeadamente num país em que o turismo adquire uma grande importância para o PIB nacional, este aspecto é muito relevante. Mais uma vez, este é um indicador difícil de calcular – o valor paisagístico. Para a acentuação deste problema contribui ainda a delapidação do património ambiental e arquitectónico. Este apresenta duas dimensões, uma económica e outra ambiental, uma vez que se tratam de áreas de interesse turístico e de grande investimento, não esquecendo a componente ambiental, uma vez que a devastação destes espaços resulta na destruição de ecossistemas insubstituíveis, prejudicando severamente a biodiversidade.

Conclui-se que um incêndio pode ter graves consequências socio-económicas e estruturais. Cumulativamente, devido à multiplicidade de elementos afectados o processo de cálculo tendo em vista a quantificação financeira das perdas adquire uma grande complexidade.

No entanto, as consequências dos incêndios florestais não se limitam a estas áreas. Têm profundas repercussões no ambiente físico do país actuando a vários níveis.

A um primeiro nível, lida-se com o grave problema da desflorestação e desertificação do solo. Esta questão transcende o simples valor económico das florestas, causando também a destruição de ecossistemas, ou seja, de diversas espécies vegetais bem como de fauna, traduzindo-se assim numa enorme perda para o ambiente. No entanto, o dano causado pelos incêndios não se cinge à desflorestação em si, uma vez que esta provoca por sua vez danos ainda mais graves. Quando um incêndio destrói a vegetação existente num determinado local, o processo de erosão do solo desse local é acelerado com consequências graves. Sem a protecção da vegetação, as primeiras chuvas após um incêndio embatem directamente no solo, o que naturalmente leva a um maior desgaste do mesmo. Concomitantemente, as taxas de infiltração do solo tornam-se inferiores o que vai resultar num aumento do

coeficiente de escoamento superficial. Significa isto que grande parte da água resultante da precipitação irá manter-se à superfície, acentuando ainda mais o seu efeito erosivo, resultando este processo no transporte de detritos e sedimentos (L. Lourenço, 2004).

No entanto estes efeitos são apenas as acções naturais. Este problema atinge novas proporções quando se considera a acção antrópica. Naturalmente um incêndio atrai a presença humana. Numa primeira fase a presença de bombeiros durante o combate às chamas, juntamente com os seus veículos. Posteriormente é necessário retirar a lenha destruída e proceder a limpezas recorrendo-se por vezes a maquinaria pesada. Tudo isto provoca a deslocação de terra, provocando a libertação de detritos e nutrientes do solo e aumentando desta forma a sua susceptibilidade aos efeitos naturais que se seguirão. Todas estas acções acumulam pressão sobre um território já afectado por um incêndio, vindo acentuar fortemente o impacto erosivo sobre este, acelerando ainda mais o processo de erosão.

Concluindo, estes processos de natureza física implicam a perda das propriedades naturais dos solos, resultando numa menor fertilidade o que poderá ter consequências para a política florestal no futuro. Importa referir que existem algumas excepções de espécies florestais, como por exemplo o eucalipto, que estão bem adaptadas e conseguem recuperar rapidamente após um incêndio. No entanto, a verdade é que a maior parte das espécies demora bastante tempo a recuperar após ter ardido. Assim sendo, as áreas afectadas por incêndios florestais podem revelar uma maior dificuldade na reflorestação ou qualquer outro projecto que se tenha para essas áreas. Nesta medida, verifica-se que os incêndios florestais vêm contribuir para uma deterioração das condições do solo do nosso país.

Importa ainda não esquecer as mais trágicas perdas derivadas dos incêndios, a perda de vidas humanas. No ano de 2013, apenas durante o Verão, os incêndios conduziram à morte de oito bombeiros. Este é um número demasiado elevado e que é indicador de que algo está errado na actual política de prevenção e combate aos incêndios.

1.3. Enquadramento legal

Portugal sempre foi um país com uma vasta área florestal. O clima temperado mediterrânico oferece condições extremamente favoráveis à plantação de diversas espécies vegetais. Este factor, aliado às características físicas do país, constituído por vastas planícies a Sul e montanhas a Norte, permitem o cultivo de grande qualidade, quantidade e diversidade de produtos. Consequentemente, a agricultura sempre foi a principal actividade económica deste país. Uma vez que a floresta é parte integrante da agricultura, é curioso que apenas em 1970 tenha surgido a primeira legislação no sentido da gestão deste recurso considerando o risco de incêndio.

Pretende-se neste ponto sintetizar a principal legislação referente à política florestal seguida em Portugal, ordenada cronologicamente, de modo a que seja possível analisar a evolução desta e as repercussões que a mesma teve na floresta portuguesa.

O Decreto-Lei 488/70 surge num contexto de agravamento da situação. A década de 60, do século passado, viu o número de ocorrências de incêndios e a área destruída por estes aumentar drasticamente, exigindo uma resposta. Assim, foi este o primeiro momento em que se reconheceu o perigo real dos incêndios a nível social, económico e patrimonial, verificando-se desta forma a necessidade de prevenção e combate a este fenómeno.

Apesar de não responder à totalidade das dificuldades sentidas naquela altura, este documento trouxe algumas ideias muito importantes, chamando a atenção para os principais problemas do sector florestal. Pela primeira vez, foram realizados estudos para entender as causas dos incêndios. Estes estudos permitiram identificar muitos dos problemas e das causas que não só dão origem dos incêndios florestais mas também à sua propagação. Destes, o documento destaca as características climáticas (que dão origem a uma grande época estival) e a estrutura desorganizada da propriedade florestal privada, falta de sensibilidade e de mão-de-obra especializada.

O documento destaca medidas como por exemplo acções de sensibilização e campanhas educativas tendo como alvo a população. Como “incentivo” à população, outro importante ponto que esta lei apresenta é o estabelecimento de coimas e

punições para quem não cumpra o que está na lei – que cada cidadão deve proteger o seu património. Esta responsabilização é fundamental para que se possa conseguir instaurar uma mentalidade no sentido da protecção das florestas. Existe também um incentivo por parte da legislação no sentido do desenvolvimento de estudos nesta área com o intuito de descobrir novos métodos de prevenção, detecção e combate aos incêndios. Também as vítimas de incêndios passam a partir deste momento a serem compensadas, tendo direito a indemnizações e outros benefícios. Outro aspecto muito importante reside no reconhecimento da necessidade de concertação entre diversas entidades para que seja possível a prevenção e um combate mais eficaz aos fogos. Esta resolução revela que existia já uma compreensão da complexidade do fenómeno com que se estava a lidar.

Apesar da publicação do Decreto-Lei 488/70 o número de incêndios continuou a aumentar, pelo que em 1980 surgiu o Decreto-Lei 327/80. A análise do documento revela que é muito idêntico ao que fora promulgado nos anos 70. Significa isto que provavelmente parte do que estava especificado na lei anterior não estava a ser cumprida, pelo que esta lei veio reforçar o que já estava definido. No fundo, este documento vem reforçar ideias como a concertação de entidades, aumentar as coimas e punições atribuindo ainda ao Governo um papel mais activo por exemplo com o artigo 15º onde está determinado que este deve ser responsável pela reconstituição dos povoamentos florestais atingidos por incêndios.

Seguiu-se quase imediatamente o Decreto Regulamentar 55/81. Documento este que traz algumas novidades, como a introdução do conceito de risco de incêndio. Divide também Portugal Continental Continente em 4 classes de risco, baseando-se nos seguintes critérios:

- a) Distribuição e natureza das espécies florestais e sua vulnerabilidade ao fogo;
- b) Grau de combustibilidade e inflamabilidade da vegetação arbustiva e subarbustiva;
- c) Média das temperaturas máximas do período Maio - Setembro;
- d) Humidade relativa média do ar no mesmo período;
- e) Morfologia do terreno;

- f) Exposição geral das vertentes;
- g) Índice demográfico de utilização.

Procede-se à criação de órgãos locais, as Comissões Especializadas de Fogos Florestais (CEFF) à escala municipal e distrital e atribuição de competências. Determinou-se também obrigatoriedade para estas que fossem até 30 dias após a promulgação deste Decreto, o que revela uma vontade de forçar o cumprimento. Relativamente aos meios de detecção é montada uma rede de postos de vigia, criam-se brigadas móveis de vigilância e aposta-se também nos meios aéreos.

No ano de 1988, surge pela primeira vez uma preocupação com a rearborização de áreas ardidas. Pretendeu-se assim, através da criação de linhas gerais de reflorestação, combater os efeitos negativos dos incêndios que podem ser perpetuados através de uma rearborização irreflectida. O Decreto-Lei nº 139/88 obriga à rearborização de áreas florestais ardidas no prazo de 2 anos e à comunicação (no caso de utilização da mesma espécie) ou pedido de autorização (no caso de alteração da composição do povoamento) à Direcção-Geral das Florestas. Após esta lei, este assunto continuou a ser abordado com novas leis ao longo dos anos (Decretos Lei nº: 180/89, 327/90, 54/91, 224/98, 55/2007, 142/2008). A Lei 327/90 vem restringir a ocupação do uso do solo em áreas ardidas, proibindo obras de loteamento urbano, urbanizações etc. sendo alterada pelo Decreto-Lei em 54/91 acrescentando a proibição na rotação de culturas.

Em 1996, a legislação portuguesa começou a mostrar preocupação como planeamento e a política florestal. A promulgação do Decreto-Lei nº 33/96 criou a Lei de Bases da Política Florestal, estabelecendo neste documento os princípios gerais da política florestal Portuguesa, focando-se em imputar a responsabilidade aos cidadãos, aos proprietários florestais e ao Estado (que assume um papel preponderante) na protecção da floresta. Como objectivos destacam-se a promoção de um desenvolvimento sustentável da floresta, a melhoria dos rendimentos dos agricultores e produtores, assegurar a protecção da floresta e o incentivo a investigação científica e tecnológica no domínio florestal. São ainda criados dois instrumentos de enorme importância no ordenamento florestal, o Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF) e o Plano de Gestão Florestal (PGF). O primeiro visa a criação de planos

regionais, ou seja, pretendem definir um plano atendendo às características específicas de cada território. Os PGF pretendem regular as intervenções de natureza cultural e de exploração em espaços florestais. Assim sendo, estes instrumentos complementam-se, pois os PROF definem as áreas de exploração florestais que serão obrigatoriamente sujeitas aos PGF e estes têm necessariamente que ter em consideração às especificações da PROF da região em causa. Importa ainda referir que na eventualidade de os proprietários das terras não cumprirem com as obrigações, um organismo público poderá executar as operações em causa. Estes instrumentos serão aprofundados posteriormente com o Decreto-Lei nº 16/2009, acrescentando ainda um novo instrumento, o Plano Específico de Intervenção Florestal (PEIF).

As mais recentes actualizações da lei ocorreram em 2004, com o Decreto Regulamentar 5/2004, o Decreto Legislativo Regional 14/2004 e com o Decreto-Lei 156/2004. O Decreto Regulamentar leva à concepção da Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais sob a coordenação do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas tendo a “missão de concertar estratégias e compatibilizar e orientar acções concretas de prevenção e protecção da floresta contra incêndios.” Deste modo, pretende-se com esta instituição obter uma maior coordenação e coerência entre as instituições à escala regional e nacional. Das diversas competências atribuídas à agência destacam-se como principais novidades a elaboração do Plano Nacional de Prevenção e Protecção da Floresta contra os Incêndios Florestais (PNPPFCI), a concertação e integração da informação geográfica e alfanumérica a utilizar no planeamento da prevenção, na detecção e combate aos incêndios e a promoção do desenvolvimento de cartografia de risco e perigo de incêndio.

No Decreto Legislativo Regional constitucionaliza-se a criação de comissões municipais de defesa da floresta de onde se destacam as seguintes atribuições:

“- Elaborar um plano de defesa da floresta que defina as medidas necessárias para o efeito e que inclua a previsão e planeamento integrado das intervenções das diferentes entidades perante a ocorrência de incêndios, em consonância com o Plano Nacional de Prevenção e Protecção da Floresta contra Incêndios (PNPPFCI) e com o respectivo plano regional de ordenamento florestal;

- Propor à Agência para a Prevenção de Incêndios Florestais, doravante designada por Agência [...] projectos de investimento de prevenção e protecção da floresta contra incêndios e levar a cabo a sua execução;

- Desenvolver acções de sensibilização da população;

- Executar, com o apoio da Agência, a elaboração de cartografia de infra-estruturas florestais, delimitação de zonas de risco de incêndio e de áreas de abandono;

- Em matéria de incêndios florestais assegurar, em situação de acidente grave, catástrofe ou calamidade, o apoio técnico ao respectivo centro municipal de operações de emergência e protecção civil.”

Em 2004 é publicado o Decreto-Lei 156/2004, onde pela primeira vez se encara a floresta como uma “prioridade nacional”. No entanto, é importante referir que está explícito no artigo 1º do documento que esta legislação não se aplica às Regiões Autónomas. No fundo este diploma vem reafirmar e aprofundar um pouco as medidas já existentes. Está patente um esforço no sentido da maior prevenção, a tentativa de diminuir o risco de incêndio através da obrigatoriedade de limpeza. Verifica-se ainda uma maior versatilidade da lei para lidar com situações mais específicas como as queimadas e o lançamento de foguetes.

A 26 de Maio de 2006 é aprovada a Resolução de Conselho de Ministros nº 65/2006, Neste documento é aprovado o Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (PNDFCI) assente em cinco eixos estratégicos:

- Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais;
- Redução da incidência dos incêndios;
- Melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios;
- Recuperar e reabilitar os ecossistemas;
- Adaptação de uma estrutura orgânica e funcional eficaz.

Aproximadamente 1 mês depois, sai o Decreto-Lei 124/2006 consistindo um dos primeiros pontos deste documento na revogação da Lei 156/2004 por variados motivos. Destes destacam-se o desajustamento de conceitos, o desincentivo ao fraccionamento da propriedade através da criação de zonas de intervenção florestal e

ainda o facto de terem decorrido dois anos que revelaram a existência de aspectos a ser melhorados. Ou seja, esta Lei consiste numa remodelação da sua antecessora, procurando a melhoria de alguns aspectos.

Deste documento importa reter dois pontos: o entendimento que a política florestal nacional “não pode ser implementada de forma isolada, mas antes inserindo-se num contexto mais alargado de ambiente e ordenamento do território, de desenvolvimento rural e de protecção civil, envolvendo responsabilidades de todos, Governo, autarquias e cidadãos, no desenvolvimento de uma maior transversalidade e convergência de esforços de todas as partes envolvidas, de forma directa ou indirecta” (Ponto 1 do Decreto-Lei) e ainda o reconhecimento de duas componentes diferentes da estratégia de defesa contra incêndios tendo em conta por um lado as pessoas e os bens e por outro a defesa dos recursos florestais. De referir ainda que este documento procede a uma necessária clarificação de conceitos no âmbito da defesa da floresta contra incêndios com o intuito de otimizar a cooperação e concertação entre entidades. Tal como está especificado no artigo 1º este decreto-lei enquadra-se no contexto do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios. Nas Regiões Autónomas esta lei só será aplicada após a respectiva adaptação à sua situação, uma vez que as condições nestas regiões são diferentes das do Continente.

A questão da reflorestação volta a ser abordada em 2007, entrando em vigor o Decreto-Lei nº 55/2007, procurando abordar também outras temáticas como o combate ao incêndio criminoso, com medidas como a proibição total de construção de edificações durante um período de 10 anos, excepto no caso de se tratar de um empreendimento de interesse público. No entanto estas medidas têm-se revelado insuficientes, uma vez que os incêndios criminosos continuam a suceder, sendo clara a necessidade de novos métodos de combate a estas práticas.

A 14 de Janeiro de 2009, é publicado o Decreto-Lei 17/2009. Também este tem como objectivo vir estruturar o Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios já existente. Um dos problemas identificados residia na falta de enquadramento institucional e no facto de não existir uma definição clara das atribuições das comissões distritais de defesa da floresta, bem como de entidades do Estado e da administração local. Deste modo, nesta legislação estão melhor definidas

as competências da Autoridade Florestal Nacional (AFN), e da Guarda Nacional Republicana (GNR). Relativamente às comissões distritais de defesa da floresta ficam melhor definidos os seus objectivos enquanto estrutura de articulação planeamento e acção (com as comissões distritais da protecção civil), tendo como principal missão a coordenação de programas de defesa da floresta.

Fica também definida a obrigatoriedade de elaboração e revisão dos planos de defesa da floresta contra incêndios, forçando todos os municípios a criarem este plano e a renová-lo como forma de adaptá-lo as alterações verificadas num território específico ao longo do tempo.

Ainda em 2009 é publicado em anexo ao Decreto-Lei 254/2009 o Código Florestal, que “enquadra as orientações de política florestal e abrange as normas referentes ao planeamento, ao ordenamento e gestão florestal, determina as incidências do regime florestal, a protecção do património silvícola, a valorização dos recursos florestais e o regime aplicável às contra-ordenações florestais”.

Em jeito de conclusão, constata-se que com o passar dos anos a legislação evoluiu sempre no mesmo sentido, procurando sempre aprofundar e otimizar as medidas e ideias já publicadas anteriormente. Em primeiro lugar, houve um entendimento da complexidade do problema, reconhecendo a sua dimensão supra municipal e a necessidade de cooperação e concertação entre entidades a diferentes escalas. Foram ainda criadas pelo Estado ao longo do tempo algumas entidades e comissões com diversas atribuições e competências com o intuito de promover esta articulação. Parte destas atribuições assentam num esforço de consciencialização da população através de acções e campanhas de sensibilização para esta problemática uma vez que esta é uma questão fundamental para a resolução do problema dos incêndios. Uma vez que se estima que a grande maioria dos incêndios (principalmente os de grande dimensão) tenham origem antrópica, voluntária ou não, a proliferação de uma consciência ambiental é um dos mais importantes “instrumentos” a implementar.

Concomitantemente, verifica-se um aumento da aposta na prevenção dos incêndios. Com este fim, aposta-se no desenvolvimento de índices de risco e na produção de cartografia de risco, de modo a identificar os principais focos

problemáticos, ou seja, as áreas onde a probabilidade de deflagração de incêndios é superior.

Quanto ao que poderá ainda ser melhorado, especialistas defendem (como já foi referido) que um dos principais problemas com que nos deparamos é a estrutura florestal portuguesa, que impede o êxito da legislação criada. Lourenço (1992), defende que apesar da legislação existente abranger praticamente todos os aspectos inerentes à problemática dos incêndios florestais, era necessária a reformulação de algumas leis, uma vez que algumas destas seriam contraditórias e impediam certas práticas agrícolas necessárias. Refere ainda que um dos principais motivos que impede o êxito da legislação é que seria necessária a criação de mecanismos legais que permitam alterar a actual estrutura fundiária da propriedade florestal privada uma vez que actualmente esta não permite uma política de prevenção eficaz além de impedir a rentabilidade de exploração da floresta. Esta preocupação não obteve resposta até à actualidade, dado que a estrutura florestal permanece igual ao que era. Assim sendo, este é um dos principais problemas que necessita de ser resolvido para que a legislação tenha êxito no combate aos incêndios florestais.

Capítulo 2: Discussão conceptual

2. 1. Ciência do risco

“A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o Homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias actividades, tendo ou não componente natural. Hoje, os riscos são já de toda a ordem, desde os naturais aos socioeconómicos ou aos tecnológicos (Faugères, 1991) ”.

A ciência do risco é uma área de estudo relativamente recente, em rápido desenvolvimento nas últimas décadas. De acordo com um estudo elaborado pela Munichre Georisk Research Group, nas últimas três décadas a ocorrência de catástrofes naturais triplicou, tendo o impacto económico destas aumentado seis vezes (Birkmann, 2006). No caso específico desta investigação, o principal foco consiste na componente do risco de incêndio. O constante agravamento dos incêndios florestais tem levado ao reforço da investigação nesta área. Traduz-se pela multiplicação do número de ocorrências juntamente com o aumento da dimensão das mesmas reflecte-se num aumento exponencial de área ardida e, consequentemente, de danos causados. Esta tendência tem-se verificado não apenas em Portugal mas em diversos países, pelo que se torna necessária uma resposta eficaz a esta problemática.

Porém, este campo de investigação evidencia uma grande falta de organização e estruturação, na medida em que no decorrer das investigações diferentes autores foram definindo diversos conceitos da forma como consideraram mais correcto. Até recentemente esta questão deu origem a uma enorme confusão conceptual. Esta está bem presente na bibliografia sobre o assunto. Na terminologia inglesa, as palavras “*danger*”, “*hazard*”, e “*risk*” surgem frequentemente com significados diferentes. A título de exemplo, pode-se comparar o trabalho de dois autores, Varnes (1984) e Smith (1992). Varnes define “*hazard*” como a “probabilidade de ocorrência num período específico de tempo e numa determinada área de um fenómeno potencialmente danoso”. Por outro lado Smith (1992) define “*risk*” como sendo “directamente dependente da probabilidade de ocorrência de um acontecimento natural ou não”, considerando no entanto que quando acontece um “*hazard*” este se limita a uma

ameaça potencial à humanidade. Ou seja, estes dois autores atribuem o mesmo significado a termos diferentes, de forma que a maneira como Smith descreve “*risk*” é sinónima à forma como Varnes descreve “*hazard*”.

Destes três termos, importa distinguir o Risco que “enquanto conceito é entendido no seu sentido mais restrito, *hazard* ou *aléas* designa a probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenómeno, neste caso um fenómeno indesejado, pelas consequências negativas de que se reveste para o Homem e para a sociedade” (Cunha e Dimuccio, 2002). Por outro lado, o termo “*danger*” foi já considerado obsoleto e caiu em desuso.

Naturalmente esta confusão transpõe-se e chega mesmo a crescer com as traduções e adaptações de termos para outros países. Esta inconsistência nas definições conduz a dificuldades relativas à pesquisa.

De modo a que se entenda a gravidade desta questão pode-se observar o exemplo acima referido, revelador de que quando diferentes autores estudam o mesmo fenómeno tendo no entanto diferentes ideias acerca dos conceitos envolvidos, estas investigações nunca poderão ser comparadas uma vez que não assentam nos mesmos pressupostos (Bachmann A, Allgöwer B. 1999). Sabendo que o desenvolvimento de uma ciência assenta fundamentalmente na elaboração de investigações e na comparação entre as mesmas, é possível entender as consequências adversas que este problema causa. A obtenção de conhecimento relacionado com um determinado tema acontece através da consulta de diversas investigações, sendo estas as bases para futuros estudos. Porém, este problema não se limita a atingir a componente teórica desta ciência.

Está desta forma patente a necessidade de uma terminologia consistente entendida de igual modo por toda a comunidade envolvida no tema do risco dos incêndios florestais. Uma rede conceptual robusta será uma grande ferramenta para que a análise de risco se possa desenvolver. Por seu lado, a análise de risco é uma parte integrante no estudo dos incêndios florestais. Será assim possível conseguir uma maior interdisciplinaridade que permitirá avanços nesta ciência (Bachmann A, Allgöwer B. 1999). Deste modo, tornou-se imperativo proceder a uma uniformização conceptual.

Mas a terminologia não se limita aos três termos já mencionados. A avaliação de risco trata-se de um processo complexo que tem em consideração uma diversidade de factores, não sendo uma “ciência” certa. Por este motivo, torna-se necessária a utilização de uma multiplicidade de conceitos, de maneira a que seja possível avaliar da melhor forma todas as componentes que o influenciam, bem como as diferentes fases de um incêndio.

Uma vez que esta investigação tem como objecto de estudo uma região de Portugal, a linha conceptual seguida será a que está estipulada para este território. No que concerne ao nosso país, apenas em 2009, aquando da publicação do *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal* surgiu um documento uniformizador de conceitos. Projecto promovido pelo Governo (Despacho n.º 27660/2008), um dos grandes objectivos assumidos neste trabalho reside na “uniformização de conceitos técnicos e de metodologias de identificação e representação cartográfica da informação” uma vez que esta se torna “essencial para um trabalho conjunto, articulado e coerentemente organizado, de modo a produzir os resultados desejados” (Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal, 2009). Este documento foca-se na determinação de uma metodologia específica para a produção de cartografia municipal de risco tendo em vista a sua uniformização referente a todo o país. Simultaneamente, define um quadro conceptual de risco que deve ser seguido por toda a cartografia à escala municipal.

Relacionados com o conceito de Risco, surgiram ao longo dos anos outros conceitos como a Susceptibilidade e a Vulnerabilidade para descrever diferentes aspectos e fases de um fenómeno de causas naturais ou antrópicas com consequências nefastas para o Homem ou para o Ambiente. Estes permitem um melhor entendimento destes processos, não existindo porém até à publicação deste Guia a uniformização destes conceitos. Os conceitos abordados neste quadro têm uma óptica de análise do risco, considerando todos os fenómenos/processos naturais, tecnológicos ou mistos que tenham consequências sociais, económicas ou ambientais. Este trabalho tem uma enorme pertinência pois diversos conceitos aparentam por

vezes ser semelhantes mas têm significados diferentes, sendo da maior importância a sua distinção. Existem ainda relações entre estes conceitos que devem ser tidas em consideração quando se aborda a temática dos riscos do território. Ou seja, esta linha conceptual apresenta alguma complexidade, motivo pelo qual é necessária a clarificação dos conceitos tendo em vista a análise do risco num determinado território.

2. 2. Modelo Conceptual

A temática do Risco engloba os seguintes conceitos:

- Perigo;
- Severidade;
- Susceptibilidade;
- Perigosidade ou Probabilidade de Perigo;
- Exposição (elementos expostos);
- Elementos Expostos Estratégicos/Vitais e/ou Sensíveis;
- Vulnerabilidade;
- Valor;
- Consequência ou Dano Potencial;
- Risco.

Importante também salientar que todos estes conceitos apresentam duas dimensões: uma qualitativa (carácter explicativo) e outra quantitativa (cada uma é um indicador que pode ser calculado). A figura 2 mostra um modelo conceptual que simplifica as relações entre os diferentes conceitos de Risco.

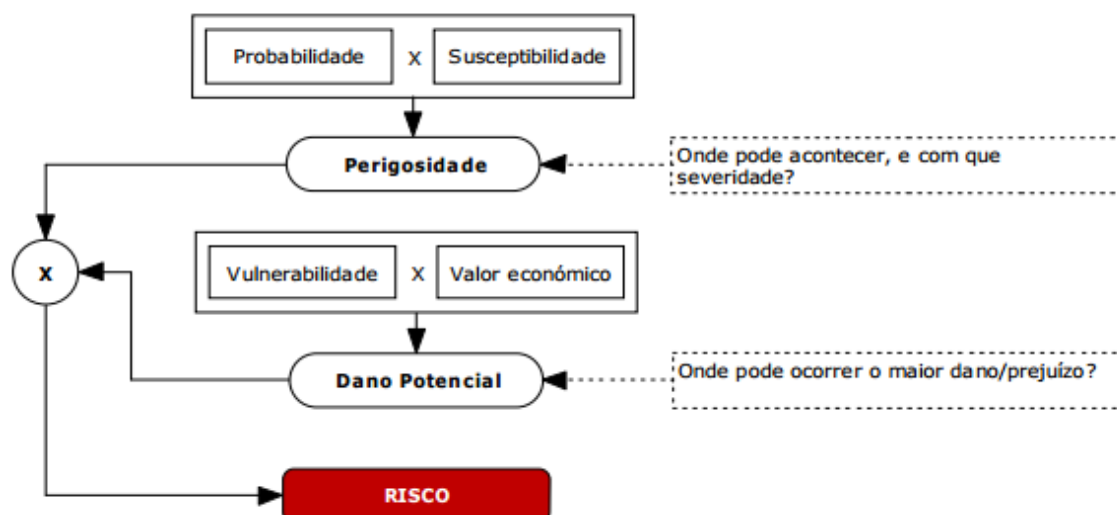


Figura 2: Modelo conceptual de Risco.

Fonte: Verde e Zêzere (2007).

Perigo

Enquanto Perigo se refere a um processo susceptível de produzir perdas ou danos identificados, Perigosidade/Probabilidade de Perigo consiste na probabilidade de ocorrência de um processo com potencial destruidor e com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo. Quer isto dizer que o Perigo se refere simplesmente a um determinado processo enquanto a Perigosidade traduz a probabilidade de esse processo acontecer num determinado território. A avaliação do Perigo pode ser visto como um substrato da avaliação do risco (Bukowski, 2006), sendo uma componente fundamental no cálculo do Risco a que um determinado território está sujeito.

Susceptibilidade

Esta traduz-se numa incidência espacial do perigo, ou seja, é a propensão que uma área tem para ser afectada por um determinado perigo em tempo indeterminado. É avaliada com base nos factores de predisposição para a ocorrência de processos como por exemplo no caso dos incêndios florestais os factores climáticos ou a existência de excesso de combustível numa determinada área. Não tem em consideração a probabilidade de ocorrência, apenas o facto de poder ocorrer

sustentado por especificidades do território. É este o principal indicador de risco a ter em conta pelas autoridades envolvidas no planeamento e gestão do território uma vez que é este indicador que determina as áreas mais sujeitas a riscos, onde será necessária uma intervenção mais cuidada. Este indicador adquire um papel tão relevante no Ordenamento do Território actual que é (juntamente com a Carta de Elementos Expostos) uma Carta de produção obrigatória à escala municipal. Significa isto que antes da elaboração de um Plano Director Municipal (PDM) é obrigatório para os municípios produzirem a cartografia respeitante a este indicador.

Exposição

A Exposição consiste na criação de uma carta representativa da população, propriedades, estruturas, infra-estruturas, actividades económicas, etc. expostos a um determinado processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território. Também esta cartografia é indispensável aquando da elaboração de um PDM, uma vez que é importante que ao conceber este documento se tenha o conhecimento exacto não apenas de todos os elementos num território expostos aos perigos, mas também da sua localização.

Elementos Expostos Estratégicos, Vitais e/ou Sensíveis

Refere-se a um conjunto de elementos expostos de importância vital e estratégica, fundamentais para a resposta à emergência (como por exemplo hospitais, bombeiros, autoridades civis e militares). Este instrumento adquire assim não apenas uma dimensão de prevenção de um fenómeno (através da localização destes serviços) mas também ao combate uma vez que serve de apoio ao planeamento de acção e apresenta uma rede de serviços de emergência cuja articulação será necessária na eventualidade de uma cheia, terramoto, incêndio ou qualquer outro fenómeno perigoso.

Os restantes conceitos dizem respeito à avaliação das consequências de um processo. Ou seja, são relevantes após o acontecimento de um fenómeno destruidor,

tendo por objectivo avaliar os danos por este causado. É aqui que entram a Severidade, a Vulnerabilidade, o Valor, a Consequência/Dano Potencial e o Risco.

Severidade

A Severidade tem em conta a capacidade de um processo para causar danos tendo unicamente em conta a sua magnitude/intensidade, ou seja, não engloba as consequências de um determinado fenómeno. Apesar de não ter em conta os danos em concreto de um dado processo, avalia a dimensão física deste, o que por exemplo no caso dos incêndios é muito relevante pois ao analisar a sua dimensão é possível determinar em que sentido este se propagou bem como as causas.

Vulnerabilidade

O conceito de Vulnerabilidade é definido como consistindo no “grau de perda ou de estragos provocados por um dado elemento em risco ou um conjunto de elementos em risco (população, actividades económicas) resultante da ocorrência de fenómenos naturais” (Nações Unidas, 1984). Este conceito manteve-se relativamente consensual deste que surgiu. No entanto, apenas com este Guia Metodológico em 2009 é que este conceito é oficializado em Portugal, acrescentando a esta definição apenas o método de quantificação do mesmo, atribuindo uma escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Deste modo, a Vulnerabilidade é uma medida que pretende calcular e demonstrar a perda resultante de um determinado processo (incêndio, cheias, etc.). A título de exemplo, depois de um incêndio, caso se queira apurar os estragos causados por este processo terá necessariamente de se proceder ao cálculo da vulnerabilidade. Porém, este indicador poderá ser conjugado com o Valor caso o intuito consista na obtenção da quantificação dos danos em termos monetários. Neste contexto, pode ser avaliada de diferentes modos, desde o valor económico-financeiro dos prejuízos (análise custo-benefício) e a quantidade de energia necessária para reparar as perdas e danos, às chamadas técnicas multi-critério em que se conjugam diversos destes elementos (DAUPHINÉ, 2001).

Naturalmente, este conceito encontra-se também intimamente relacionado com a Severidade, pois neste caso os estragos causados dependeriam da dimensão física do processo ocorrido. A Vulnerabilidade pode também ter um carácter preventivo, caso se pretenda representar um cenário, com base nas características de um determinado território em que se efectua uma estimativa do que se perderia na eventualidade de ocorrência de um desastre. No fundo, procura traduzir as consequências previsíveis, sobre o homem e a sociedade, de um fenómeno natural (Cunha e Dimuccio, 2002).

Valor

O Valor corresponde ao valor monetário (ou estratégico) de um elemento em risco, devendo corresponder ao custo de mercado da respectiva recuperação tendo em conta o tipo de construção ou outros factores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas directas e indirectas por cessação ou interrupção de funcionalidade, actividade ou laboração. Resumindo, é a forma de quantificar monetariamente as consequências que resultam de uma catástrofe numa determinada área.

Consequência ou Dano Potencial

O conceito de Consequência ou Dano Potencial consiste no prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou acção) perigoso natural, tecnológico ou misto de determinada Severidade. Por outras palavras, para o cálculo deste indicador é necessário ter em conta a Vulnerabilidade e o Valor dos elementos expostos determinando assim as consequências totais de um determinado processo. Consequentemente, estes três conceitos estão intrinsecamente relacionados, sendo que a sua utilização depende do resultado final pretendido.

Risco

Finalmente aborda-se o conceito de Risco, podendo ser considerado como um conceito generalista ao qual todos os restantes estão associados. Em termos concretos, define-se pela probabilidade de ocorrência de um processo perigoso juntamente com a estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente. Esta definição é reforçada no “Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management”, publicado pela Comissão Europeia no ano de 2011. Assim sendo, na eventualidade de se pretender a quantificação deste indicador em concreto, é necessário considerar a Perigosidade e a Consequência. Ou seja, enquanto conceito encontra-se relacionado com todos os outros, no entanto enquanto indicador só pode ser quantificado no contexto de análise das consequências de um determinado processo.

Verifica-se assim que os conceitos de risco se encontram actualmente bem definidos tendo assim sido resolvida a questão da confusão conceptual, e que apresentam entre si uma grande interacção. Quer isto dizer que para efectuar uma análise cuidada e eficaz quer ao nível da prevenção (através da análise das condições existentes num território num certo momento) quer ao nível da avaliação das consequências após a ocorrência de um determinado processo é necessário o domínio destes conceitos, permitindo assim a articulação entre os mesmos tendo em vista a compreensão total de um fenómeno juntamente com o impacto real deste no território.

2. 3. Análise de metodologias de risco existentes

O quadro seguinte (quadro 1) tem como objectivo identificar e explicar sumariamente algumas das principais metodologias existentes, focando-se principalmente em metodologias que poderiam ser aplicáveis ao território Português.

Autores	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Comentário
Chuvieco e Congalton (1989)	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação: 100 - Elevação: 30 - Declive: 10 - Exposição solar: 5 - Proximidade à rede viária: 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise multicritério e integrada ao risco de incêndio; - Hierarquização das variáveis -> atribuição de peso com base na importância que cada uma tem para o risco de incêndio. 	Inovadora, no sentido em que foi a primeira metodologia que procura uma abordagem integrada ao risco de incêndio. Constitui a base de quase todas as metodologias a partir desse ponto.
IGP (2004)	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupação do solo: 590 - Declives: 210 - Rede Viária: 70 - Exposição solar: 60 - Densidade demográfica: 40 - Visibilidade por postos de vigia: 30 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de Carta uma de susceptibilidade; - Reclassificação das cartas temáticas em 5 classes (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta). 	Baseada em Almeida (1995) e Chuvieco e Congalton (1989)
IGP (2009)	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupação do solo: 590 - Declives: 210 - Rede viária: 90 - Exposição solar: 60 - Densidade demográfica: 50 	<ul style="list-style-type: none"> - Deixou de se considerar os postos de vigia; - Aumento da ponderação demografia. 	Resultados semelhantes à metodologia usada em 2004.

Autores	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Comentário																																
Vettorazzi e Ferraz (1998)	- Vizinhança (50m): 5 - Rede viária: 4 - Ocupação do solo: 4 - Os declives: 3 - Exposição Solar: 2	- Peso de cada variável atribuído de 1 e 5; - Subclasse das variáveis classificadas de 1 a 20 consoante a sua influência para o risco.	- Metodologia criticada por, ao contrário do que defendem a maioria dos especialistas, não atribuir mais importância à ocupação do solo do que às restantes variáveis.																																
Virginia Department of Forestry	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variável</th><th>Montanha</th><th>Planície</th><th>Litoral</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ocupação do Solo</td><td>32</td><td>40</td><td>21</td></tr> <tr> <td>Declive</td><td>9</td><td>14</td><td>13</td></tr> <tr> <td>Exposição</td><td>10</td><td>2</td><td>13</td></tr> <tr> <td>População</td><td>14</td><td>16</td><td>14</td></tr> <tr> <td>Rede viária</td><td>7</td><td>8</td><td>11</td></tr> <tr> <td>Caminhos-de-Ferro</td><td>4</td><td>6</td><td>5</td></tr> <tr> <td>Ocorrências</td><td>24</td><td>24</td><td>23</td></tr> </tbody> </table>	Variável	Montanha	Planície	Litoral	Ocupação do Solo	32	40	21	Declive	9	14	13	Exposição	10	2	13	População	14	16	14	Rede viária	7	8	11	Caminhos-de-Ferro	4	6	5	Ocorrências	24	24	23	- Subclasses das variáveis classificadas de 0 a 10; - A ponderação só entra em função da sua localização no litoral, na planície ou na montanha.	- Algumas dúvidas na ponderação relativamente à localização por exemplo em relação à montanha ter menos peso do que as planícies uma vez que áreas de maior altitude costumam apresentar maior risco.
Variável	Montanha	Planície	Litoral																																
Ocupação do Solo	32	40	21																																
Declive	9	14	13																																
Exposição	10	2	13																																
População	14	16	14																																
Rede viária	7	8	11																																
Caminhos-de-Ferro	4	6	5																																
Ocorrências	24	24	23																																
Mário R. Caetano, Sérgio Freire & Hugo Carrão (2004)	- Vegetação: 100 - Declive: 30 - Exposição solar: 10 - Proximidade a estradas ou áreas urbanas: 5 - Elevação: 2.	- Reclassificação de índice estrutural de incêndio (3 classes) e de índice potencial de incêndio (4 classes).	- Pretende integrar as variáveis estruturais e as dinâmicas; - Revela um esforço para considerar a actividade humana.																																

Autores	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Comentário
Abhinnet, J., Shirish A. R. (2006)	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação: 10 - Habitações: 5 - Estradas: 5 - Declives: 3 	<ul style="list-style-type: none"> – Variação das subclasses com vegetação de 1 a 10, habitações e estradas de 1 a 4 e declives de 1 a 5; –Reclassificação do índice de risco em 5 classes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande preocupação com a componente humana; - Analisa áreas ardidas no passado e comprova que maioria dos incêndios tem origem próximo de estradas, caminhos e urbanizações.

Quadro 1: Quadro de síntese das principais características de algumas metodologias de risco existentes. Quadro completo pode ser consultado nos anexos (anexo V).

Neste quadro estão expostos os princípios básicos de algumas das mais utilizadas metodologias de risco. Este conjunto de metodologias surge nesta investigação com um propósito. Em primeiro lugar, permite-nos entender o estado actual da ciência da avaliação de risco de incêndio, bem como em que sentido tem vindo a evoluir. Ou seja, analisando estas diferentes metodologias é possível constatar a que factores foi sendo atribuída maior relevância na análise de risco ao território, bem como diferentes formas de considerar as diferentes variáveis. Por exemplo, a variável antrópica pode ser avaliada em função da proximidade de estradas, das habitações ou da densidade populacional. Mais recentemente têm sido realizados estudos com o intuito de analisar componentes mais específicas do risco de incêndio, como aprofundar a componente humana, identificada claramente como a principal causa dos incêndios. Porém, este factor de risco revela uma grande complexidade de análise sendo ainda impossível determinar com total clareza o seu impacto, bem como o seu enquadramento eficaz na análise de risco.

As diferentes abordagens seguidas em cada metodologia originam diferentes resultados, sendo que estes dependem totalmente das variáveis consideradas. Importa assim escolher variáveis (e suas subclasses) de modo a que se enquadrem e

representem bem as características específicas da região em estudo. O processo de selecção de variáveis será sempre a parte mais relevante na elaboração de uma metodologia de risco.

Uma vez que o principal objectivo desta investigação reside no desenvolvimento de uma metodologia de Vulnerabilidade, que é uma componente do Risco de incêndio, esta será inspirada em algumas das metodologias expostas neste quadro. Convém no entanto lembrar que a metodologia final deste trabalho procurará determinar a Vulnerabilidade da região em estudo, e não o Risco de incêndio. Porém, a análise destas metodologias não deixa de ser muito importante por todos os factores já mencionados, bem como pela similaridade entre os factores de risco considerados.

Capítulo 3: Proposta metodológica para aferir a Vulnerabilidade

No desenvolvimento de uma metodologia, o passo mais relevante consiste na selecção de variáveis a considerar. A escolha destas variáveis tomou em consideração as metodologias analisadas no quadro do capítulo anterior, seleccionando as que foram consideradas mais relevantes para o cálculo da Vulnerabilidade:

- Ocupação do solo (vegetação);
- Estado da rede viária;
- Declive;
- Exposição solar.

Para o cálculo da Vulnerabilidade proceder-se-á à reclassificação de cada variável em 3 níveis: baixa (1), média (2) e elevada (3). As diferentes variáveis têm diversas classes e é a estas que serão atribuídos valores entre 1 e 3, correspondentes ao grau de vulnerabilidade que cada uma representa. Importa destacar que na vulnerabilidade a acção das pessoas não tem peso, uma vez que se trata da construção de um cenário na eventualidade de um incêndio estar a ocorrer, pelo que apenas as características do território devem ser consideradas.

Desta forma procura-se incorporar nesta análise os principais factores de propagação de um incêndio. Em seguida explicar-se-á o porquê da escolha de cada uma destas variáveis.

Ocupação do solo

Em relação à vegetação, é em todas as metodologias analisadas o principal factor de risco. No cálculo da Vulnerabilidade é indispensável a sua utilização como forma de identificação das áreas onde esta existe e da dimensão destes espaços. Uma vez que a vegetação é o principal combustível para o fogo é obrigatória a sua consideração em qualquer indicador de risco de incêndio.

Na DGRF (2007) foi publicado um estudo onde se especificava a Vulnerabilidade de cada um dos tipos de árvore presentes no território português. Assim sendo, serão estes valores que serão utilizados para esta metodologia.

Eucalipto	Castanheiro	Carvalhos	Outras Folhosas	Pinheiro Bravo	Resinosas	Matos
0,75	0,70	0,60	0,50	1	1	0,40

Quadro 2: Vulnerabilidade das diferentes espécies de árvores.

Fonte: Adaptado de DGRF (2007).

Para a reclassificação desta variável e com base nestes valores de Vulnerabilidade serão criadas três classes de vulnerabilidade, de acordo com a reclassificação estipulada do índice da Vulnerabilidade.

- Vulnerabilidade baixa: 0 – 0.5
- Vulnerabilidade média: 0.51 – 0.7
- Vulnerabilidade elevada: 0.71 – 1

Rede viária

Para a avaliação da acessibilidade de um território é necessário avaliar a constituição da sua rede viária. Enquanto na análise do Risco de incêndio esta variável costuma aparecer como indicador da intervenção humana neste caso ela pretende medir as acessibilidades do território, um factor preponderante na Vulnerabilidade, uma vez que a progressão de um incêndio depende muito deste aspecto.

O impacto das acessibilidades na Vulnerabilidade de um território é muito elevado. Em primeiro lugar, este é um dos factores mais relevantes na celeridade da intervenção das forças de combate aos incêndios. A qualidade da rede viária desempenha assim um papel fundamental na análise da Vulnerabilidade, uma vez que

na eventualidade de um incêndio, é importante que existam bons acessos para todo o território. Caso isso não aconteça, o combate às chamas não será eficaz e estas propagar-se-ão dando origem a mais estragos.

Existe ainda outro aspecto em que a rede viária influencia a propagação dos fogos. A dimensão de uma estrada poderá servir de barreira artificial à proliferação de um incêndio podendo confiná-lo a uma determinada área. Pelo contrário um caminho de terra que normalmente tem pequenas dimensões permite que o fogo passe com facilidade e rapidez para o outro lado da via onde este se continua a propagar.

Declive

A forma como o declive impacta directamente não só a deflagração mas também a progressão de um incêndio já foi referida anteriormente. Deste modo, conclui-se que quanto maior for o declive maior perigo este representa em caso de incêndio. No que concerne à Vulnerabilidade, quanto mais acidentada for uma determinada área mais vulnerável esta será, uma vez que terrenos mais íngremes são favoráveis à propagação dos incêndios, resultando em danos superiores. Importa ainda considerar a dificuldade acrescida que declives muito acentuados representam na fase do combate aos incêndios. Um combate ineficaz significa que o fogo continua a alastrar-se, aumentando desta forma o dano potencial de um incêndio.

Exposição solar

Também a importância da exposição solar para o risco de incêndio será abordada um pouco mais a fundo mais a frente. No contexto da Vulnerabilidade, quanto maior for a exposição solar de um determinado local maior a probabilidade de ignição, actuando também como um factor favorável à propagação dos fogos. Mais, a exposição solar tem uma profunda relação com a topologia de um território, indicando a orientação geográfica da inclinação das vertentes. Permite assim elaborar previsões da direcção para que os incêndios se poderão propagar, o que significa que este é um factor muito importante no cálculo de Vulnerabilidade.

Para a elaboração de um mapa final será necessário realizar um *overlay* de toda a informação, pelo que haverá necessidade de atribuir uma ponderação às diferentes variáveis.

Esta ponderação será adaptada de algumas das metodologias abordadas no capítulo 2 adaptando-as ao caso específico do território em estudo. Atribuindo maior ponderação à vegetação (que é constantemente o maior factor de risco) e aos declives, que têm sempre profunda influência na propagação de um incêndio.

Assim sendo, a ponderação proposta será:

- Ocupação do solo – 40%
- Declives – 30%
- Rede viária – 20%
- Exposição solar – 10%

Esta metodologia apresenta semelhanças em relação às metodologias de risco abordadas anteriormente. No entanto, convém lembrar que esta é uma análise à Vulnerabilidade, e não ao Risco de incêndio. Considerando isto, o principal aspecto diferenciador das restantes metodologias reside na interpretação da variável “rede viária”. Enquanto esta aparece muito no estudo do risco, ela é utilizada sempre associada à integração da componente humana. Importa lembrar que enquanto o Risco de incêndio pretende identificar as áreas onde a probabilidade de deflagração de um incêndio é maior, a Vulnerabilidade consiste na criação de um cenário a partir do momento em que este deflagra, pretendendo identificar os locais em que, ocorrendo um fogo, este poderá ter maior severidade e causar mais estragos. Neste contexto, a rede viária surge associada às acessibilidades do território e à forma como estas influenciam o comportamento do fogo.

Capítulo 4: Caso de Estudo: O concelho de Santa Cruz

4.1 Área de estudo e dados geográficos

O concelho de Santa Cruz localiza-se na costa sul da Região Autónoma da Madeira, com uma área total de 96km². Incluídas nesta área encontram-se as Ilhas Desertas, que fazem parte deste município. Santa Cruz tem como limites físicos o Funchal a Oeste, o Machico a Norte e o Oceano Atlântico a Sul (Figura 3). É composto por cinco freguesias: Santa Cruz, Caniço, Gaula, Camacha e Santo António da Serra.

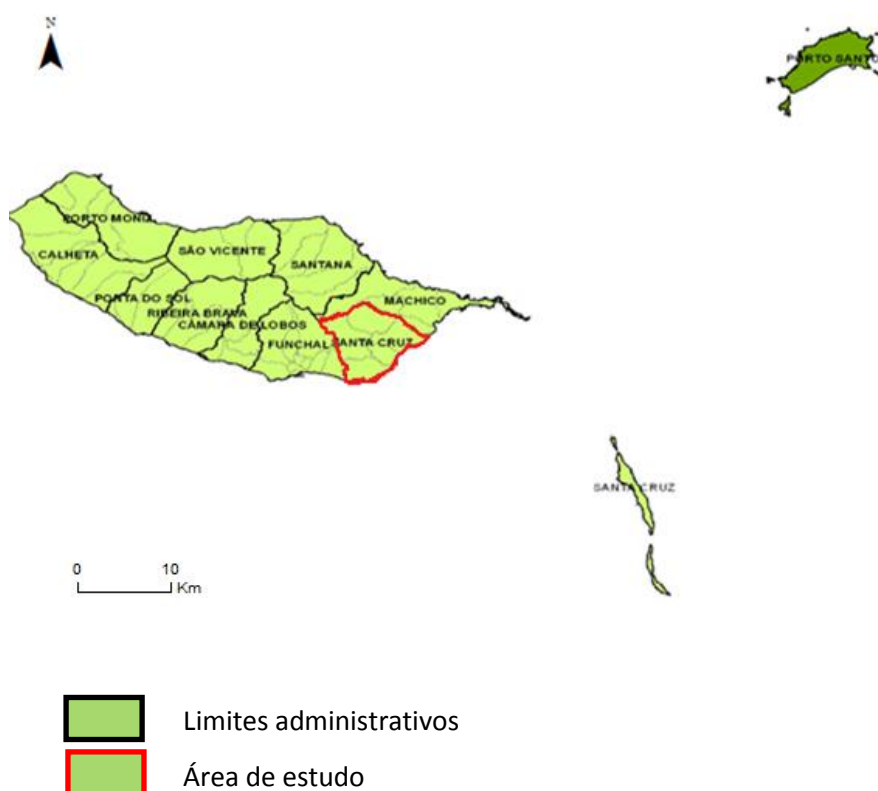


Figura 3: Enquadramento geográfico do concelho de Santa Cruz na Região Autónoma da Madeira.

Fonte: CAOP 2012.

A aquisição de informação para a realização desta dissertação foi difícil. Por fim, foi possível contactar a Câmara Municipal de Santa Cruz que teve a cortesia de fornecer informação para esta investigação. Os seguintes dados foram cedidos:

- Altimetria (2007);
- Ambiente (1999);
- CAOP (2012);

- COSRAM (2007);
- Ortofotomapas (2004, 2007, 2010);
- PDM;
- Pontos de Interesse.

Considerando os dados obtidos, a informação utilizada para a aplicação da metodologia consistirá na conjugação da altimetria, da COSRAM e do ortofotomapa de 2007. Também a caracterização das especificidades do território se baseará na sobreposição das classes que serão avaliadas que constam na Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma da Madeira (COSRAM) sobre o ortofotomapa. A caracterização do território será acompanhada sempre de mapas ilustrando as principais especificidades deste uma vez que só assim é possível identificar e localizar as suas características mais relevantes.

Isto significa que esta dissertação tem como objectivo o desenvolvimento de uma proposta de metodologia, no entanto a sua aplicação será apenas como modelo de implantação prática, não representando assim a real Vulnerabilidade actual de Santa Cruz.

4.1.1 Caracterização Física e Socioeconómica do concelho de Santa Cruz

A caracterização física deste território visará focar apenas as diferentes especificidades da área de estudo que interferem ou tenham influência na avaliação de risco de incêndio.

Um dos primeiros aspectos de natureza física a considerar na região é o clima. A Região Autónoma da Madeira tem um clima diferente de Portugal Continental. Enquanto no território continental português o clima mediterrânico proporciona um elevado risco de incêndio durante longos períodos (Verão), a Ilha da Madeira apresenta um clima subtropical, no qual muito raramente se verificam temperaturas extremas. De um modo geral, apresenta temperaturas medianas e suaves, pelo que não é costume existirem grandes variações mantendo uma temperatura de aproximadamente 20°C ao longo dos anos (Anexo I – Figura 2). Regista ainda valores de precipitação estáveis, com excepção do ano de 2010 (Anexo I – Figura 3). De referir ainda que a Madeira no geral é uma região montanhosa o que gera por vezes alguns contrastes. Considerando todos estes factores, conclui-se que o clima na Madeira não assume a relevância que assume noutros locais enquanto factor de risco.

O relevo de um território tem profundas consequências na ignição e na propagação dos fogos. Dependendo da altitude do relevo num determinado território, mesmo o clima pode ser profundamente influenciado. Por exemplo, na eventualidade de existirem montanhas muito altas, estas vão influenciar a temperatura, a humidade, a precipitação e também os ventos, podendo abrandá-los, alterar a sua direcção e mesmo pará-los se vierem de uma determinada direcção. Para além de influenciar o risco de ignição, numa situação de incêndio torna-se essencial ter um conhecimento das características topográficas de um território uma vez que este condiciona fortemente a propagação do fogo em termos de intensidade e mesmo de rumo.

Neste contexto, interessa analisar o relevo do território em estudo. Para a análise topográfica do território torna-se necessária a elaboração de cartografia.

Os declives têm extrema importância na propagação de um incêndio, sendo que a cada 10% de aumento de declive, regra geral, é duplicada a velocidade de

propagação do fogo (X. Viegas, 1989). Por outro lado, são também relevantes na fase de combate às chamas podendo dificultar a mobilidade dos bombeiros. Neste sentido, e uma vez que este trabalho se foca nos incêndios, a cartografia topológica elaborada consistirá não na criação de uma carta topológica (que identificaria as áreas mais montanhosas) mas na produção de uma carta de declives e de uma carta de exposição solar. A carta de declives de Santa Cruz (figura 4) mostra a inclinação das vertentes, em percentagem. Para a sua elaboração foi necessário reclassificar a imagem em 5 intervalos iguais, uma vez que existiam valores muito discrepantes devido à grande variação da altimetria. Estes valores diziam respeito à área noroeste do concelho, quase no limite da freguesia de Camacha, sendo uma área muito reduzida e muito pouco representante para o estudo deste território. A observação desta carta permite concluir que o território tem um relevo algo acidentado, sendo no interior que se encontram os principais declives. Podemos constatar que é em Santo António da Serra, na Camacha e em Gaula onde se observam declives de maior intensidade. De resto, verifica-se que o litoral é praticamente plano, exibindo no mapa cores claras em contraste com as cores escuras verificadas na zona central de Santa Cruz. No todo, conclui-se que o concelho de Santa Cruz é algo acidentado, com uma clara tendência de aumento de declive à medida que se avança do litoral para o interior. No entanto, na ciência do risco de incêndio importa ter sempre em atenção as áreas onde existem os maiores declives. Outro factor importante profundamente relacionado com este consiste direcção geográfica da inclinação das vertentes, informação extremamente valiosa na fase de combate aos incêndios. Com este conhecimento, é possível prever em que direcção o fogo se propagará. Para apurar esta variável, procede-se à elaboração da carta de exposição solar (figura 5). Esta revela não apenas a direcção da inclinação das vertentes (com base no ângulo em que são visadas pelo sol), mas identifica também quais destas se encontram mais expostas ao sol, e que consequentemente representam maior risco de incêndio. Nesta carta, as cores mais claras representam uma maior exposição solar.

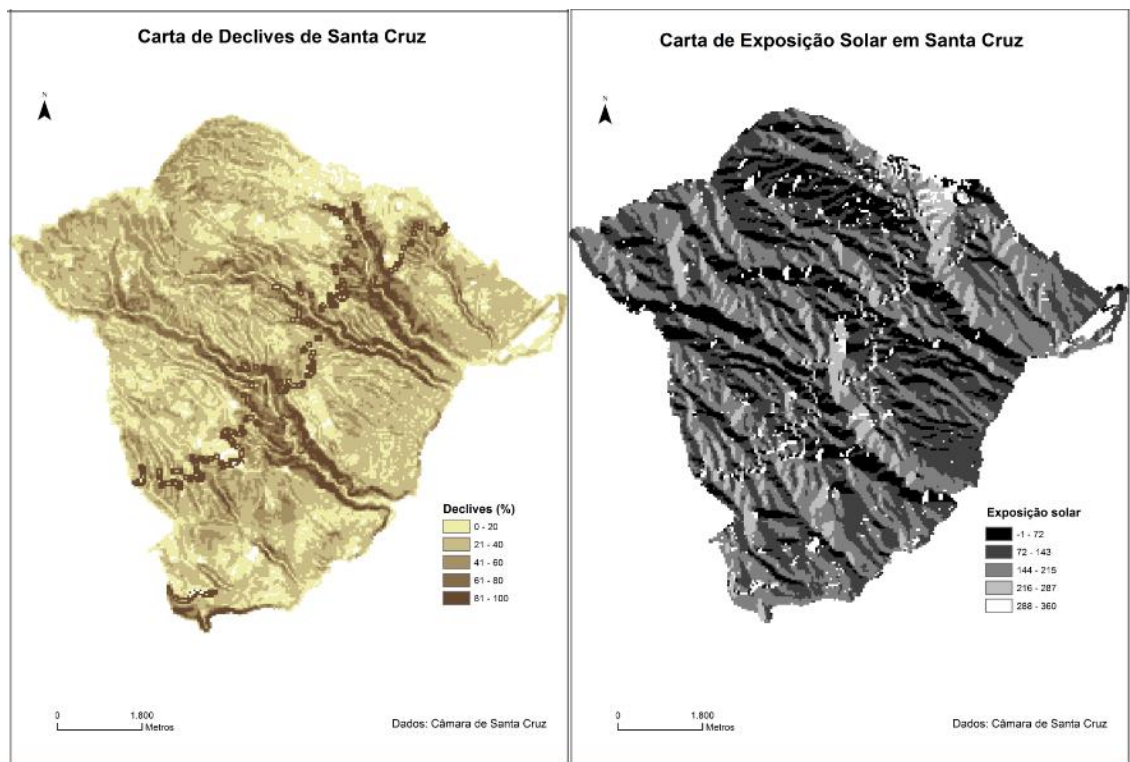


Figura 4: Carta de Declives de Santa Cruz.

Figura 5: Carta de Exposição Solar de Santa Cruz.

No contexto socioeconómico este concelho caracteriza-se com uma dinâmica positiva tendo-se verificado nos últimos anos um crescimento tanto a nível demográfico como económico, tendo a população residente quase duplicado nos últimos 10 anos (Anexo III – Quadro 2). O quadro 3 representa a estrutura etária da população residente em Santa Cruz.

População residente	Total	0-14	15-24	25-64	65+
Santa Cruz	42977	8079	4756	25711	3330

Quadro 3: Estrutura etária de Santa Cruz em 2011.

Fonte: Própria. Adaptado do Anuário Anual Estatístico da Região Autónoma da Madeira, INE, 2011.

da estrutura demográfica da região, por comparação com o continente e com os restantes concelhos da Madeira. É importante salientar que Santa Cruz apresenta uma taxa de crescimento natural superior à verificada tanto na restante Madeira como no Continente, possuindo a mais elevada taxa de natalidade e uma das mais baixas taxas de mortalidade. Em relação à densidade populacional, o concelho de estudo também se destaca sendo ultrapassado apenas pelo Funchal e Câmara de Lobos.

A nível económico verifica-se neste território uma predominância do sector terciário, concentrando-se principalmente na área do comércio e serviços. Este concelho tem desde logo dois aspectos muito fortes e potenciadores ao desenvolvimento do turismo: o Aeroporto Internacional da Madeira e um grande património ambiental.

Tudo isto traz grandes vantagens à região que naturalmente procura aproveitar estas condições excepcionais efectuando com este intuito grandes apostas no sector turístico, sendo este actualmente o principal destino de investimento. Recentemente tem sido seguida uma política que tem tido como claro objectivo o desenvolvimento do turismo na região, dirigindo-se o investimento para o sector da hotelaria bem como para os empreendimentos imobiliários.

	Estabelecimentos				Capacidade de alojamento				Proveitos de aposento			
	Total	Hotéis	Pensões	Outros	Total	Hotéis	Pensões	Outros	Total	Hotéis	Pensões	Outros
	N.º								milhares de euros			
Portugal	2 019	873	656	490	289 107	160 981	30 581	97 545	1 307 674	909 789	67 513	330 373
Continente	1 752	770	591	391	251 137	138 294	27 603	85 240	1 120 989	789 440	58 445	273 105
R. A. Madeira	187	61	46	80	29 099	15 744	2 281	11 074	152 902	92 514	7 341	53 048
Calheta	12	2	3	7	950	381	96	473	4 305	...	628	...
Câmara de Lobos	4	0	0	4	684	0	0	684	2 268	0	0	2 268
Funchal	100	34	22	44	18 602	9 785	1 289	7 528	110 324	64 687	4 968	40 668
Machico	10	3	5	2	795	508	141	146	2 227	1 814	...	...
Ponta do Sol	3	2	0	1	280	172	0	108	1 855	...	0	...
Porto Moniz	5	2	3	0	238	160	78	0	667	...	...	0
Ribeira Brava	5	2	1	2	394	220	92	82	870	...	...	...
Santa Cruz	24	6	5	13	3 998	2 191	237	1 570	19 648	13 491	1 006	5 151
Santana	5	3	2	0	362	262	100	0	570	...	...	0
São Vicente	6	1	2	3	618	224	104	290	2 327	...	...	1 017
Porto Santo	13	6	3	4	2 178	1 841	144	193	7 841	7 008	115	718

Quadro 4: Estabelecimentos e capacidade de alojamento e proveitos de aposento nos estabelecimentos hoteleiros por município 2011.

Fonte: Anuário Anual Estatístico da Região Autónoma da Madeira, INE, 2011.

A capacidade hoteleira de Santa Cruz está explícita no quadro 4, através do número de estabelecimentos, bem como a capacidade de alojamento, sendo ultrapassado neste sector apenas pelo Funchal. Correspondentemente é também (à excepção do Funchal) a região que mais lucro obtém do turismo, como se pode constatar observando os proveitos de aposento, atingindo quase 20 mil euros unicamente em dormidas no ano de 2011. Naturalmente que o real impacto do turismo na região é muito superior a este valor, uma vez que a economia local beneficia também muito com a estadia de turistas.

Outro sector importante da economia da região é a agricultura (Anexo II – Mapa 1). Atendendo às condições climatéricas da Madeira, este território apresenta solos muito férteis, possuindo assim excelentes condições para a prática agrícola.

O anexo III – quadro 1 faz referência a toda a Região da Madeira, no entanto no que concerne à produção local, produzem-se em Santa Cruz maioritariamente: batatas, frutas, flores e vinho. Santa Cruz é actualmente o principal produtor de vinho na Madeira (anexo III – quadro 2). Este município é também o principal produtor no sector da pecuária (anexo III – quadro 3), pelo que esta assume também grande relevância para a economia local. A exploração pecuária é traduzida na figura 8 pela quantidade de prados naturais existentes, usados como pastagens pelos criadores de gado. O sector industrial não é muito relevante, destacando-se a indústria metalúrgica e a alimentar que consiste maioritariamente no tratamento de carnes que vêm da produção pecuária local.

A figura 6 indica a localização de alguns pontos de interesse que permitem uma caracterização do território. Pretende-se assim analisar a distribuição espacial no território dos principais serviços, evitando a confusão que resultaria caso de pretendesse utilizar mais pontos de interesse. Foram também seleccionadas algumas variáveis já mencionadas anteriormente, como os estabelecimentos hoteleiros e os restaurantes. A observação do mapa mostra claramente a existência de três concentrações de serviços – no Caniço, na Camacha e em Santa Cruz.

Importa ter em atenção também a localização dos quartéis dos bombeiros e das forças de segurança, uma vez que se concentram em redor do aeroporto. No entanto, importa referir a falta de bombeiros ou esquadras no Caniço. Outra questão

consiste, como se observará mais à frente, na localização dos quartéis de bombeiros uma vez que se situam a uma distância considerável das principais manchas florestais do concelho, situadas na Camacha e em Santo António da Serra. Com a excepção destes focos de construção e infra-estruturas, o restante território de Santa Cruz consiste principalmente em espaços verdes, com reduzida densidade de infra-estruturas.

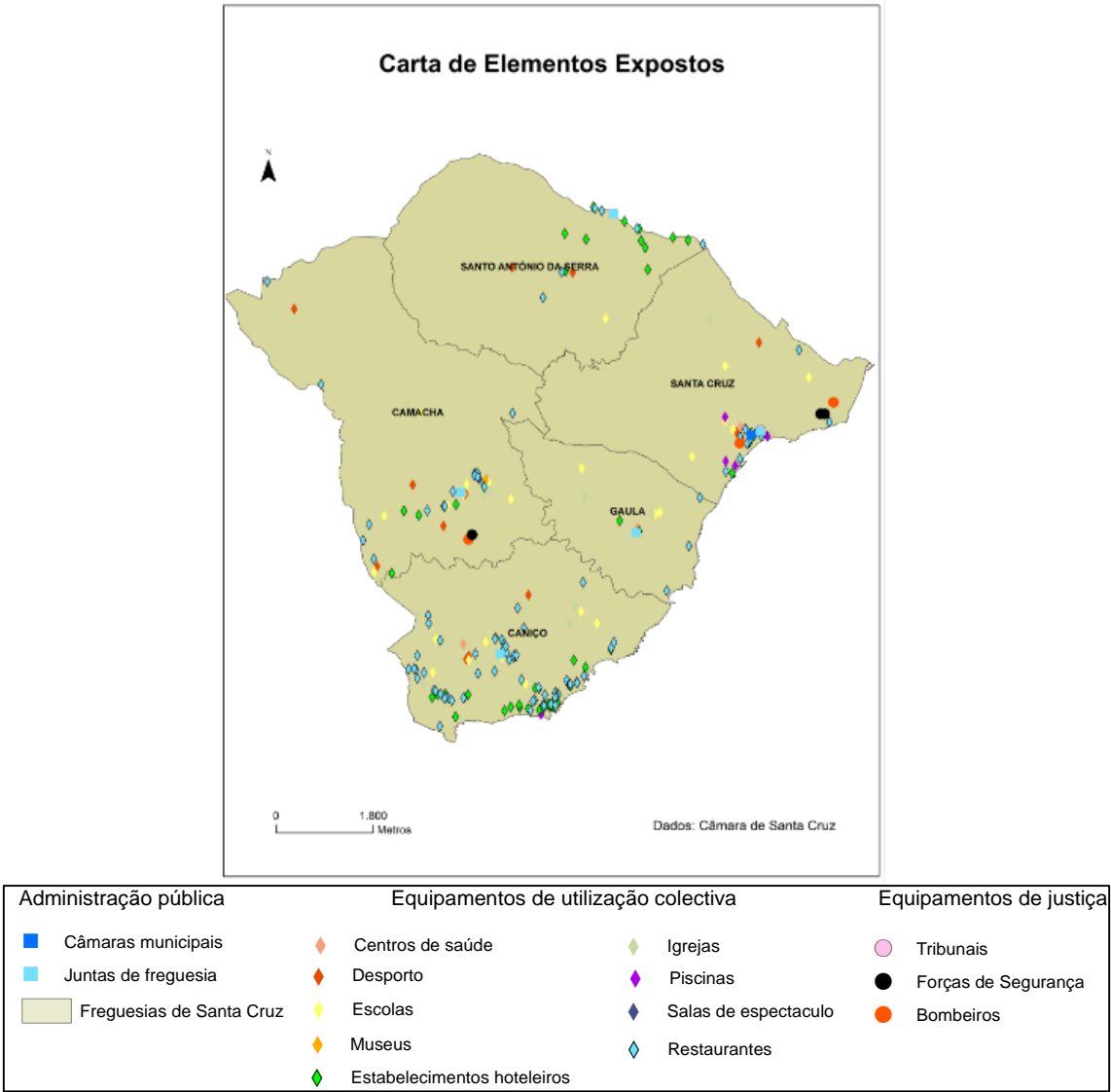


Figura 6: Carta de Elementos Expostos de Santa Cruz

4. 1. 2. Planeamento urbano florestal e impacto do incêndio de 2012

Em primeiro lugar, analisar-se-á o tecido urbano existente em Santa Cruz, como forma de avaliar o planeamento do território deste concelho.

De forma a tornar clara a visualização do que se pretendia representar foi necessário unir as diferentes classes de tecido urbano representadas na Carta de Ocupação do Solo (COS) agrupando-as em duas variáveis únicas: tecido urbano contínuo e tecido urbano descontínuo, atribuindo-lhes cores bem visíveis. Acrescentou-se ainda a *informação* das freguesias de Santa Cruz para que os limites administrativos do concelho ficassem bem definidos, uma vez que o ortofotomapa representa área que não pertence ao concelho, logo não será trabalhada.

A observação da figura 7 permite identificar um claro contraste entre o litoral e o interior da região. É no litoral que se localiza a maior parte do tecido urbano deste território, podendo ser identificada uma predominância de uma estrutura de tecido urbano descontínua. Enquanto nos afastamos do litoral verifica-se que o tecido urbano se vai tornando gradualmente mais descontínuo, até consistir apenas de casas isoladas nas proximidades ou mesmo nos limites de matos e florestas. Verifica-se que as freguesias apresentam grandes diferenças, surgindo o Caniço e Santa Cruz com mais tecido urbano contínuo do que descontínuo, ao contrario do que se verifica em Gaula, Camacha e Santo António da Serra.

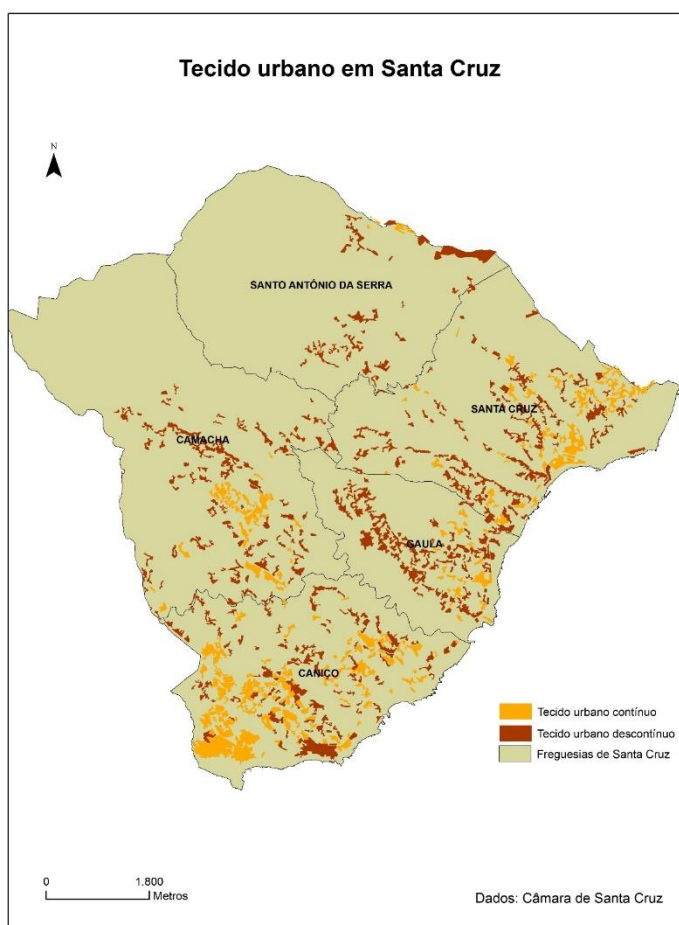


Figura 7: Tecido Urbano em Santa Cruz.

Esta estrutura evidencia claros factores de risco. Num primeiro nível, este traduz-se na perigosa proximidade de diversas habitações das matas e florestas como se poderá ver em seguida. Esta significa que na eventualidade da ocorrência de um incêndio, estas casas encontrar-se-ão extremamente expostas, aumentando a probabilidade de sofrerem danos. Simultaneamente encontram-se afastadas do litoral e dos equipamentos de socorro como por exemplo os bombeiros, pelo que em caso de necessidade o tempo de reacção será forçosamente maior.

Avançando para a análise da estrutura florestal da região, importa observar a localização de florestas e matos no concelho (figura 8). Para a elaboração do mapa realizou-se o mesmo processo que para o do tecido urbano, consistindo as duas variáveis em matos e em floresta. Através desta podem retirar-se duas conclusões. Em primeira instância, verifica-se a tendência inversa do tecido urbano, ou seja, quanto mais para o interior do território maiores dimensões atingem os espaços florestais.

Fica ainda patente nesta figura a vasta mancha florestal que existe em Santa Cruz. Quase todo o território é tocado por vegetação, o que por um lado confere a esta região um grande património ambiental e paisagístico. Por outro lado, esta ocupação do solo representa uma elevada Vulnerabilidade no que concerne aos incêndios, uma vez que a vegetação, como já foi abordado no quadro de metodologias de risco, é sempre o maior indicador de risco. Isto porque para um incêndio é necessário combustível, e a madeira é dos elementos mais facilmente devorado pelas chamas.

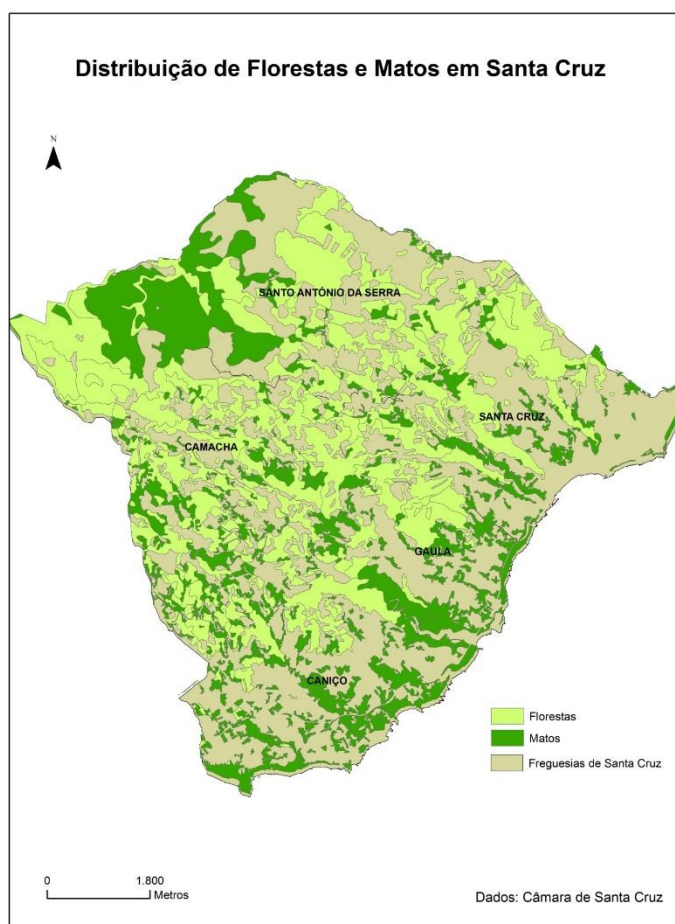


Figura 8: Localização de matos e florestas em Santa Cruz.

O facto de todo o território estar coberto por vegetação significa também que todo o território poderia potencialmente ser afectado por fogos. Em Santa Cruz, no Caniço, em Gaula e em Santo António da Serra podem-se encontrar alguns espaços que não estão cobertos por vegetação. No entanto, como se pode constatar pela comparação entre o mapa da distribuição das florestas e matos com o do tecido urbano (Anexo II – figura 2) e com a Carta de Elementos Expostos (Anexo II – Figura 3)

estes espaços sem vegetação são os locais onde o tecido urbano contínuo e os Elementos Expostos se encontram. Significa isto que na eventualidade de um incêndio não existem barreiras físicas nem artificiais que possam estabelecer nenhum limite. Deste modo, esta estrutura florestal apresenta condições muito favoráveis para a deflagração e a propagação de incêndios.

Após a análise relativa à localização e área ocupada por matos e florestas interessa saber por que espécies são compostas. Isto uma vez que diferentes espécies podem representar diferentes níveis de risco, sendo algumas mais susceptíveis ao fogo. De acordo com o INCF (Anexo IV), as espécies florestais dividem-se em dois grandes grupos: as resinosas e as folhosas. Espécies folhosas como os carvalhos ou os salgueiros são as que apresentam uma maior resistência ao fogo, tendo menores probabilidades de entrar em combustão e podendo ainda atrasar a progressão de um incêndio. Isto deve-se ao elevado teor de humidade que estas espécies possuem. Importa referir uma interessante particularidade. O eucalipto, uma das espécies florestais mais presentes no país, é uma excepção, apesar de ser uma espécie folhosa é uma das árvores que mais ardem em Portugal. Isto acontece por uma particularidade desta espécie, que liberta óleos voláteis, que podem entrar facilmente em combustão, tornando-a uma espécie de elevada perigosidade relativamente à deflagração e propagação de incêndios. Por outro lado, espécies resinosas apresentam baixos teores de humidade, ou seja, são secas. Assim sendo, são altamente perigosas, causando um muito elevado risco de incêndio. Destas destacam-se por exemplo os pinheiros-bravos, o maior representante de espécies resinosas em solo português. Importa assim avaliar a composição dos matos e florestas existentes neste território.

Apesar da maior parte das espécies folhosas apresentarem maior resistência ao fogo, o eucalipto, como já foi referido, é uma excepção, sendo das árvores que entram em combustão com maior facilidade. Isto significa que numa análise da ocupação do solo num contexto da Vulnerabilidade é necessário distinguir o eucalipto das restantes árvores folhosas. Com este intuito, foi elaborado ainda um mapa representante de todas as espécies florestais presentes no território em estudo (figura 9). Mais á frente será analisada a forma como esta estrutura florestal influenciou a evolução do incêndio de 2012.

Tendo em conta que a ocupação do solo é considerada por todos os especialistas como o principal factor de risco de incêndio, isto significa que a estrutura urbana florestal do concelho de Santa Cruz apresenta algumas debilidades graves, que resultam num índice de risco relativamente elevado. Destes aspectos destacam-se alguma falta de atenção para com a política florestal e ainda a proximidade excessiva e em demasiados casos o contacto directo entre o tecido urbano e a floresta. Estes factores representam um grave perigo pois são propícios para a deflagração de incêndios, para a sua propagação e deixa ainda diversos elementos expostos em risco.

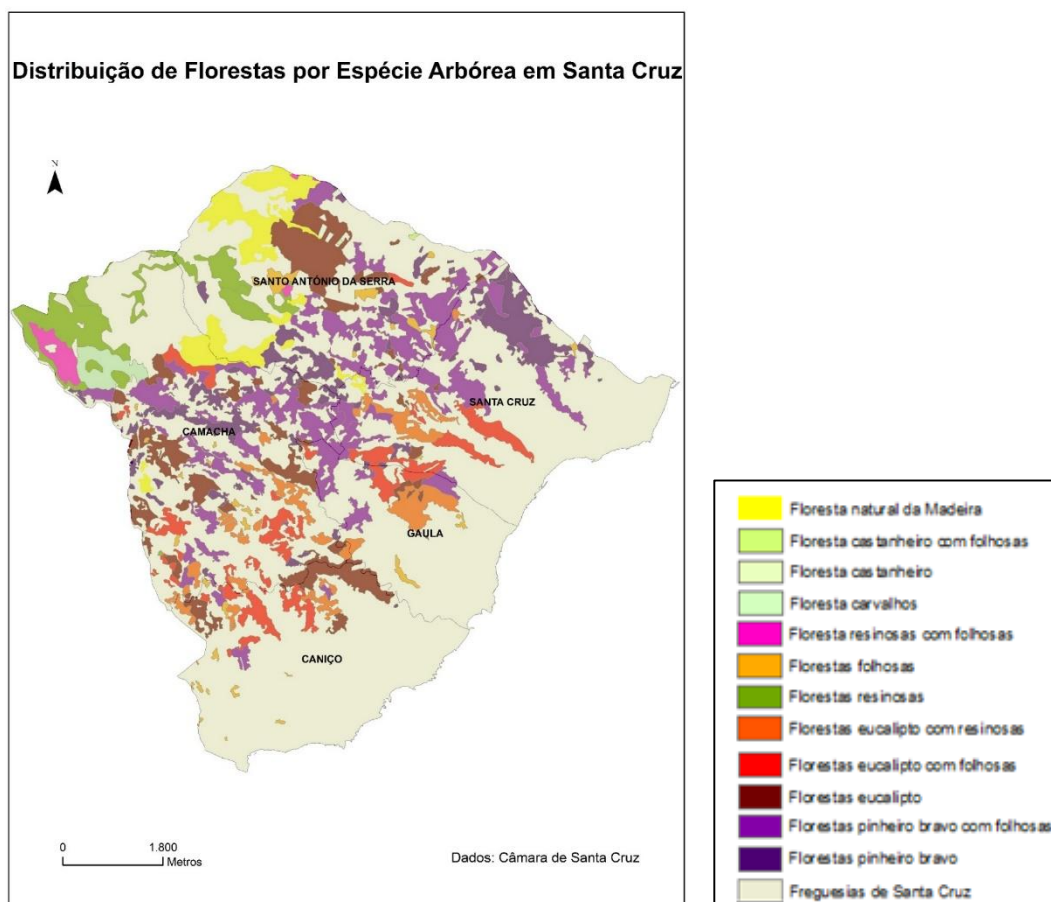


Figura 9: Distribuição de florestas e espécies arbóreas em Santa Cruz

No ano de 2012, de 19 a 21 de Julho, o concelho de Santa Cruz foi atingido por um incêndio de grande severidade, tendo atingido uma grande magnitude e afectando enormemente este concelho. Este é um dos motivos pelo qual este concelho foi

escolhido como caso de estudo desta dissertação, de modo a ser possível estudar as consequências que um grande incêndio pode ter num determinado território. Deste modo, procurar-se-á estudar o impacto que este incêndio teve na área de estudo.

Para se ter uma percepção da gravidade deste incêndio, a área total ardida no concelho de Santa Cruz atingiu os 31.8%, traduzindo-se este valor em 2150 hectares (quadro 5). Naturalmente, as diferentes freguesias foram afectadas a níveis diferentes, no entanto a freguesia mais atingida foi a de Gaula, consistindo a área ardida num valor correspondente a 67.8% da área total.

Freguesias:	Area (Hectare)	Area Ardida (Hectare)	% Area Ardida	% Area não Ardida
Gaula	695	471	67,8	32,2
Canico	1199	163	13,6	86,4
Camacha	1977	759	38,4	61,6
Santo António da Serra	1475	290	19,7	80,3
Santa Cruz (Sem Desertas)	1407	467	33,2	66,8
Total	6753	2150	31,8	68,2

Quadro 5: Área ardida no incêndio de 19 a 21 de Julho de 2012.

Fonte: Câmara Municipal de Santa Cruz.

Naturalmente que os incêndios costumam ter dimensões supra municipais. O mesmo sucedeu neste caso, não se limitando unicamente ao concelho de Santa Cruz. No entanto foi esta a área que foi mais severamente atingida, pelo que só esta será considerada. O mapa 5 do anexo II ilustra cartograficamente a real dimensão deste incêndio.

Este incêndio teve graves consequências, atingindo fortemente todos os sectores. Importa assinalar o impacto directo na população. Este traduz-se através do número de casas ardidas (Anexo II – Mapa 6) que atingiu as 42 habitações.

Neste caso nota-se claramente a falta de barreiras físicas ou antrópicas, uma vez que o incêndio se propagou rapidamente ao longo de apenas dois dias atingindo grandes dimensões e atingindo um terço da área do concelho. Este problema está intimamente relacionado com a estrutura florestal (espécies arbóreas) da região (figura 10). Por um lado, a vasta mancha florestal conduziu à rápida propagação deste incêndio, causando uma enorme devastação. Entre matos e florestas, a progressão do

incêndio foi vertiginosa. O tipo de vegetação também foi um factor condicionante, uma vez que as florestas resinosa são maioritariamente compostas por pinheiros-bravos e as folhosas por eucaliptos, uma vez que são estas as duas espécies predominantes neste território. Outras espécies arbóreas poderiam possivelmente travar ou abrandar o avanço do incêndio, atenuando assim os seus estragos.

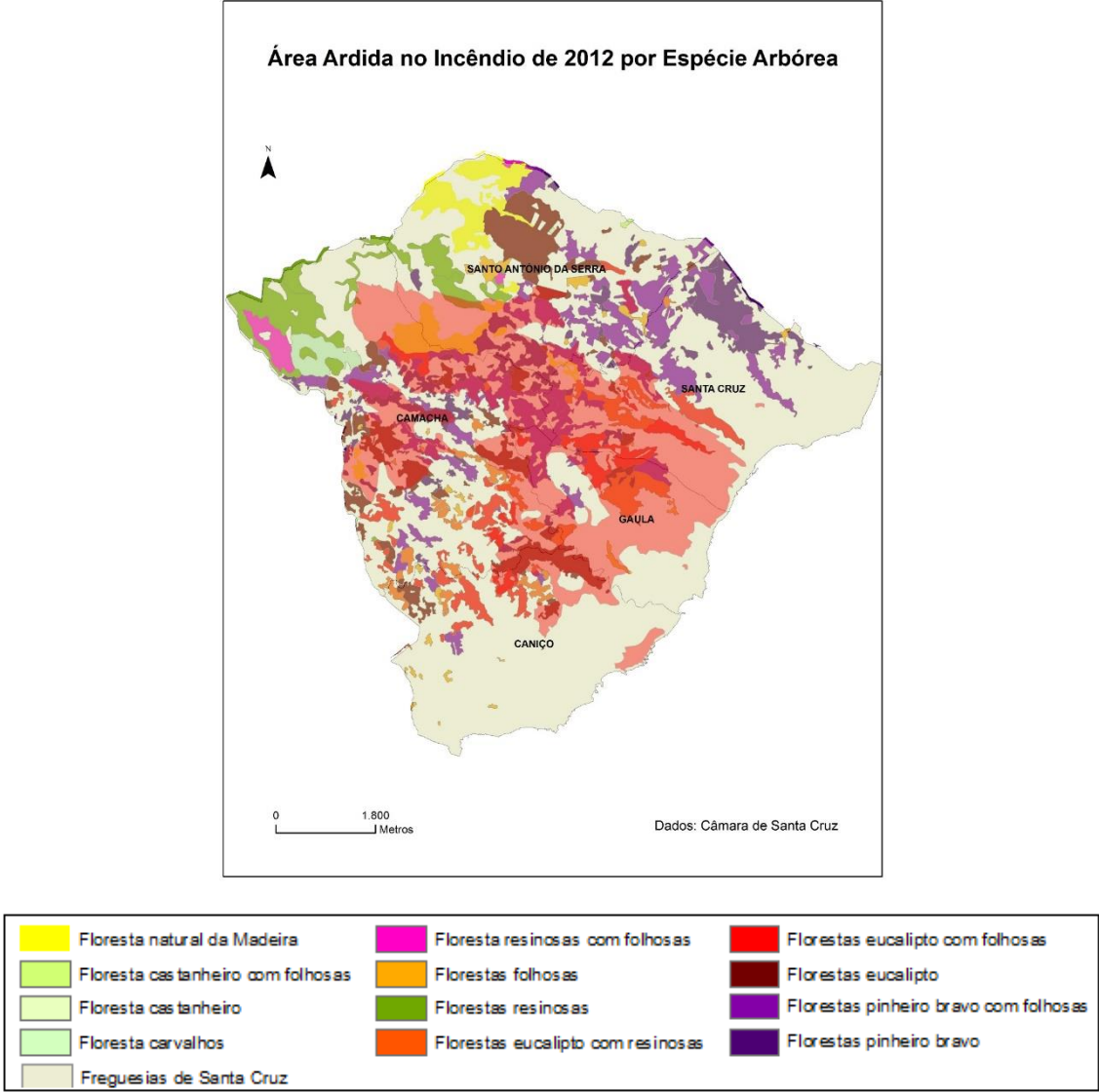


Figura 10: Área ardida no incêndio de 2012 por espécie arbórea.

4.2. Implementação da metodologia proposta

Procede-se nesta fase à implementação da metodologia proposta no capítulo 3, aplicando-a assim ao estudo de caso – o concelho de Santa Cruz.

Todos os procedimentos aplicados foram utilizando recorrendo ao *software* ArcGis 10. Em primeiro lugar, foi necessário uniformizar a informação, através da alteração dos sistemas de coordenadas dos diversos dados para o sistema de referência para a Madeira – PTRAO8_UTM_28N. Em seguida o tamanho da célula foi convertido para 10x10m, como estipulado no Guia Metodológico de Produção Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica de Base Municipal. Em seguida foi necessário o tratamento de cada variável para que a sua reclassificação fosse possível.

Ocupação do solo

No que concerne à ocupação do solo, os diferentes níveis de vulnerabilidade variam com os diferentes tipos de vegetação. A metodologia será aplicada tal como foi enunciado no capítulo 3. Para a reclassificação, diferentes tipos de árvores serão selecionados de acordo com a escala de Vulnerabilidade referida.

Rede viária

A rede viária é constituída por várias classes. No entanto, algumas destas são muito pouco significativas pelo que ficarão excluídas desta análise. Assim sendo as classes que serão consideradas serão: estradas, ruas, impasses, veredas, caminhos e travessas. Torna-se assim necessária a reclassificação destas classes de acordo com o nível de vulnerabilidade a que serão associadas. As estradas e os impasses são normalmente largas vias de circulação e oferecem uma reduzida vulnerabilidade. Possibilitam uma rápida circulação dos veículos numa situação de incêndio o que permite uma resposta eficaz no combate aos fogos. Desta forma, a severidade dos incêndios e, conseqüentemente, os danos causados por estes serão consideravelmente reduzidos, o que por sua vez resultará numa baixa vulnerabilidade

em áreas onde a rede viária é constituída por estradas em boas condições. Pelo contrário, o oposto acontece com os caminhos e veredas. São vias de pequena dimensão, possuindo normalmente uma única via e em muito más condições. Isto significa um acesso extremamente difícil por parte das forças de combate aos incêndios o que se traduzirá em incêndios de maiores dimensões e com consequências mais graves, logo estas áreas terão uma vulnerabilidade muito superior. Concomitantemente, a rede viária representa uma barreira física contra a propagação dos incêndios, levando a que também neste sentido as estradas permitam um melhor controlo e combate aos incêndios e os caminhos possibilitem uma maior propagação dos mesmos. A classe “travessas” surge bastante diversificada, sendo que algumas se encontram em boas condições e outras danificadas, algumas situam-se no centro de áreas urbanizadas outras em áreas pouco ocupadas. Por estes motivos, a classe “travessas” será classificada como tendo uma vulnerabilidade média.

As três classes de vulnerabilidade definidas serão então:

- Vulnerabilidade baixa: estradas, impasses, ruas;
- Vulnerabilidade média: travessas;
- Vulnerabilidade elevada: veredas, caminhos

A classificação da rede viária teve como base a observação cuidada das diversas componentes da rede viária no ortofotomapa, procurando distinguir, de um modo geral, quais se encontravam em melhores condições.

Para o tratamento dos eixos de via em ambiente ArcGis foi utilizado a seleção por atributos por forma a criar as classes de vulnerabilidade. Em seguida foram convertidas para *raster* e reclassificadas.

Declive

Os valores decididos resultam de uma adaptação da proposta de risco para os declives na DGRF (2007). Uma vez que esta proposta consistia em 5 classes de risco e esta investigação assume apenas 3 classes de vulnerabilidade foi necessária a sua adaptação. Assim sendo, as três classes de vulnerabilidade definidas serão:

- Vulnerabilidade baixa: 0-10%
- Vulnerabilidade média: 11-15%
- Vulnerabilidade elevada: >20%

No caso do declive, tendo sido criado a partir das curvas de nível foi necessário converter esta informação para *raster* depois calcular o declive. A reclassificação foi feita através da criação de uma máscara binária utilizando o Raster Calculator.

Exposição solar

As três classes de vulnerabilidade definidas serão:

- Vulnerabilidade baixa: -1-72 graus;
- Vulnerabilidade média: 73-285 graus;
- Vulnerabilidade elevada: 286-360 graus.

Esta variável, à semelhança dos declives, foi criada com base no *raster* resultante das curvas de nível e em seguida foi calculada a exposição solar. A reclassificação também foi feita recorrendo ao Raster Calculator e à criação de uma máscara binária.

A criação de máscaras binárias foi realizada através da utilização de fórmulas de cálculo que reclassificam a informação que não está a ser usada nessa classificação como 0 e atribuem outro valor à informação relevante. Ou seja, foram criados 3 *rasters* para cada variável tendo estes como valores 0 e 1, 0 e 2 e 0 e 3, representando os diversos níveis de vulnerabilidade.

Depois somaram-se os *rasters* tendo em vista a criação de *overlays* correspondentes aos três níveis de vulnerabilidade para unir as diferentes variáveis. Em seguida, realizou-se um *overlay* ponderado, recorrendo à mesma ferramenta. Com este intuito, atribuíram-se valores de ponderação a cada uma das variáveis, resultando assim na seguinte ponderação:

- Ocupação do solo – 40%
- Declives – 30%
- Rede viária – 20%
- Exposição solar – 10%

O resultado mostra algumas zonas com vulnerabilidade indeterminada. Estas são áreas que não tinham informação suficiente para serem classificadas correctamente, como por exemplo áreas mais urbanas, que tendem a ser construídas em áreas com menores declives e onde não abunda vegetação. Uma vez que era possível identificar os valores que criavam conflito, foi realizada uma nova reclassificação com o intuito de isolar os valores relevantes dos restantes para que fosse possível depois o mapa mostrar claramente as áreas de baixa (anexo VI – mapa 1), média (anexo VI – mapa 2) e elevada vulnerabilidade (anexo VI – mapa 3). O output final resultou num mapa com três classes de vulnerabilidade em que a vulnerabilidade baixa corresponde ao intervalo entre 0,1 e 0,5, a vulnerabilidade média de 0,51 a 0,7 e a vulnerabilidade elevada de 0,71 a 1.

4.3. Apresentação e discussão dos resultados

Em primeiro lugar, importa explicar o significado do output final desta investigação. Se uma área apresenta uma Vulnerabilidade elevada, significa que na eventualidade de deflagrar um fogo os factores caracterizadores daquela área são profundamente favoráveis a que este se alastre rapidamente e consequentemente provoque graves perdas à região. Apesar dos sinais alarmantes que este índice revela, é necessário olhar para este como um instrumento de identificação de áreas que necessitam de intervenção. Quer seja relativamente às acessibilidades ou à ocupação do solo, estão assim identificados os focos de risco da região. Neste sentido, a interpretação da Vulnerabilidade consiste na identificação das áreas que devem ser palco de acções de reabilitação e reflorestação. Nestas áreas deve ainda ser reforçada a vigilância, bem como redobrada a atenção às limpezas das florestas e das áreas próximas de habitações.

Na figura 11 verifica-se uma tendência de agravamento de Vulnerabilidade do litoral para o interior. Todo o litoral apresenta uma Vulnerabilidade baixa, devido aos declives suaves e à prevalência de tecido urbano face às vastas áreas vegetais. No entanto, à medida que se observa a zona central do território de estudo, ou seja, onde as freguesias de Gaula, Camacha e Santa Cruz se cruzam apresenta áreas de grande Vulnerabilidade, representando isto um elevado perigo para o concelho de Santa Cruz. Já foi mencionado previamente o desafio que Santa Cruz enfrenta em relação à delapidação do seu património florestal, e esta área central do concelho é sem dúvida aquela a que mais atenção se deve prestar, uma vez que possui diversos focos de elevado risco.

Carta de Vulnerabilidade de Santa Cruz

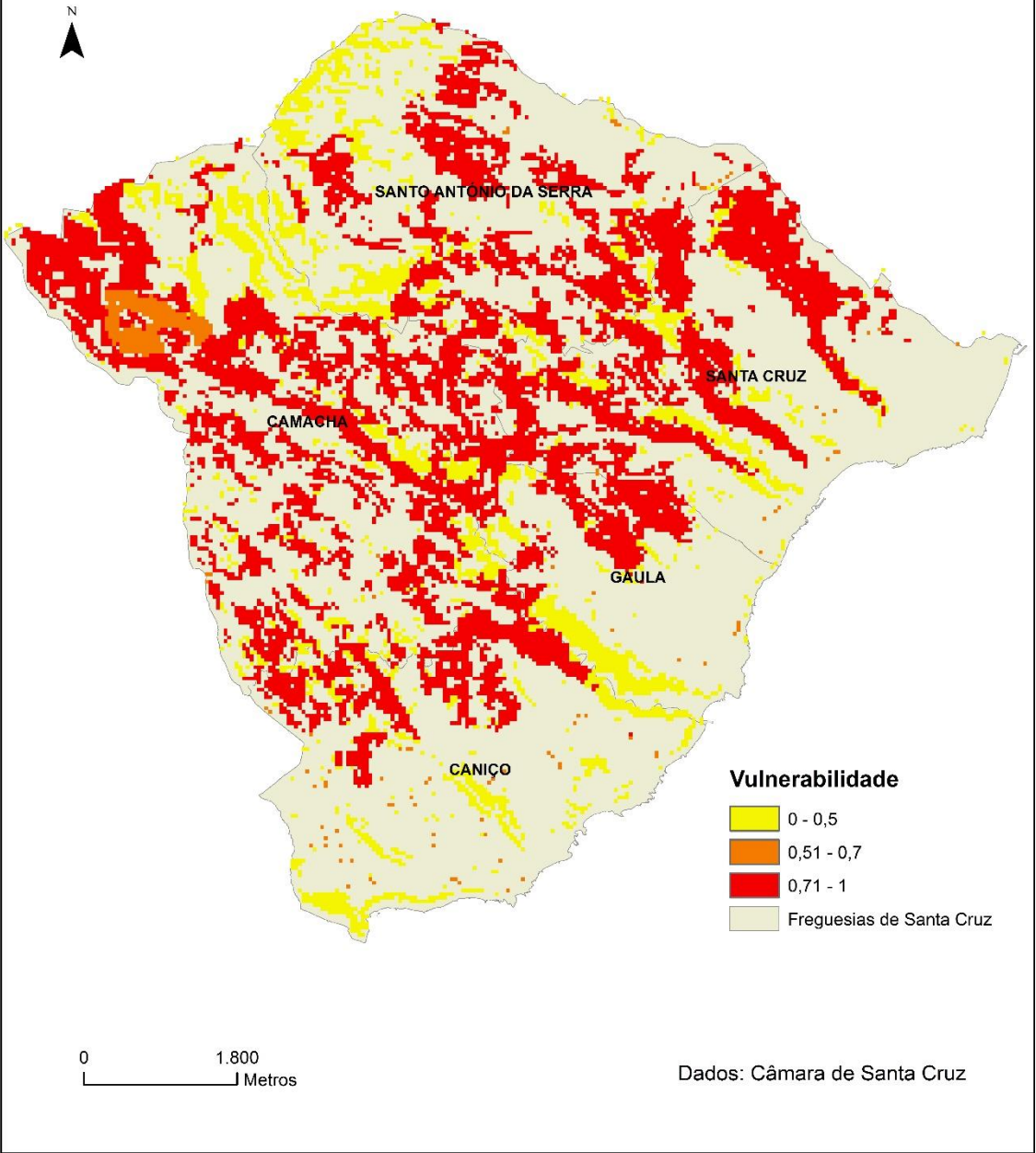


Figura 11: Carta de Vulnerabilidade de Santa Cruz

Imediatamente na observação do mapa nota-se a elevada quantidade e dimensão de áreas com elevada vulnerabilidade. Este é um grave indicador de Risco para o concelho de Santa Cruz que necessita de ser gerido. Considerando a metodologia seguida, é natural que as áreas de maior vulnerabilidade estejam profundamente relacionadas com a localização da vegetação, mais especificamente das espécies que oferecem maior vulnerabilidade. As semelhanças entre as imagens da distribuição das florestas por espécie arbórea e o mapa de Vulnerabilidade são claras, revelando uma correlação muito grande, principalmente se se considerar as áreas de eucaliptal e pinheiros-bravos (figura 12). Assim se conclui que há uma necessidade premente de alterar esta tendência.

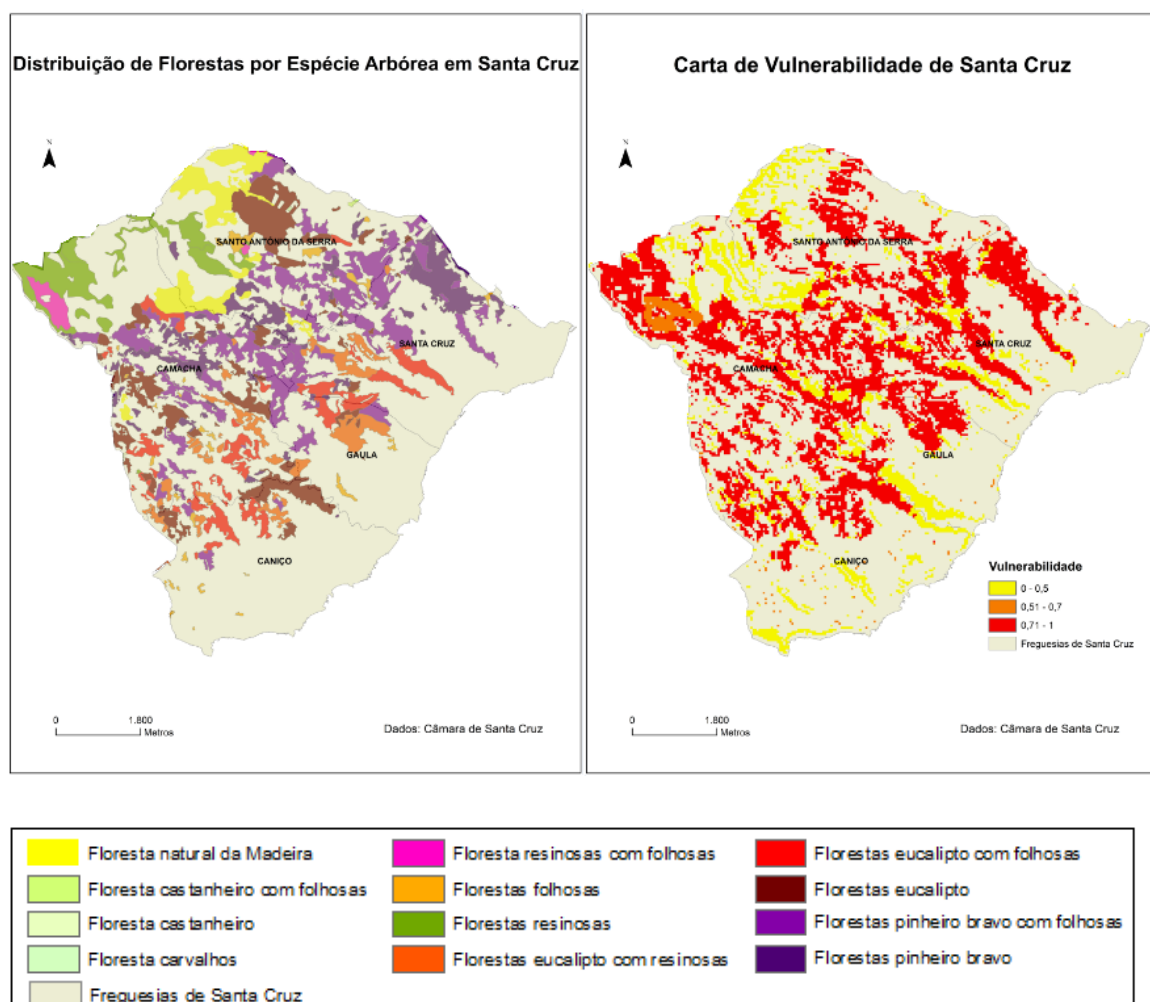


Figura 12: Comparação entre a distribuição de florestas por espécie arbórea e a Vulnerabilidade de Santa Cruz.

Importa avaliar a relação entre o tecido urbano e a Vulnerabilidade (Figura 13). Não tendo sido considerado uma das variáveis da metodologia para o cálculo deste índice, é expectável que as áreas que apresentam uma maior concentração de tecido urbano não estejam definidas no mapa final. No entanto, é possível visualizar com clareza no mapa final quais as áreas urbanas que se encontram em maior risco, concluindo-se uma clara tendência no sentido de quanto maior for a isolamento de uma habitação maior é o risco em que se encontra. Isto sucede pois, de acordo com a lógica seguida no desenvolvimento da metodologia, quanto menor for o aglomerado urbano maiores serão os declives bem como as florestas em seu redor e a condição das acessibilidades. A justificação para este fenómeno é que as áreas urbanas são tendencialmente construídas em territórios com baixos declives e não costumam ter vastas manchas florestais no seu interior. Porém, neste caso específico, as florestas e as zonas urbanas encontram-se muito próximas, colocando estas zonas em considerável risco. Neste caso, a área urbana de Camacha e a de Santa Cruz são aquelas onde se verifica um risco superior.

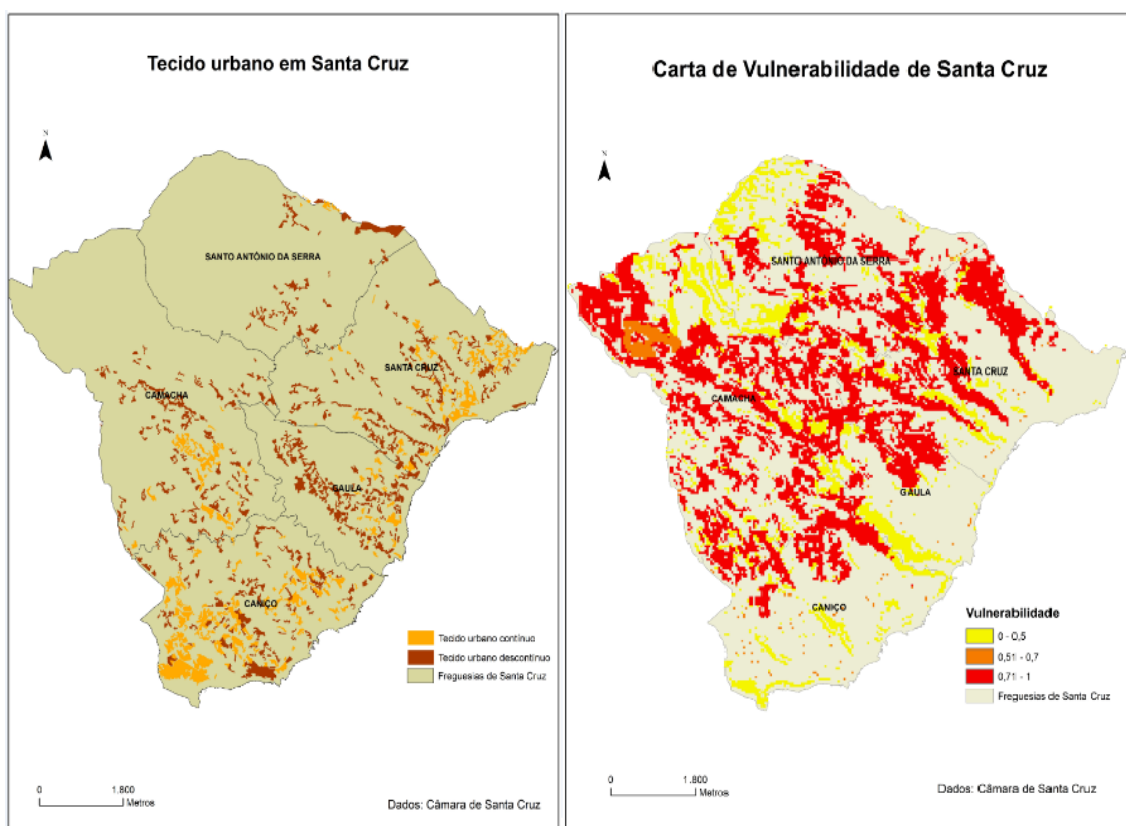


Figura 13: Relação entre tecido urbano e Vulnerabilidade em Santa Cruz.

Mais um indicador que interessa comparar consiste no cruzamento entre a área ardida e os resultados obtidos (figura 14), uma vez que a análise de fogos passados serve de validação para metodologias. Verifica-se desta forma que estes são consistentes, uma vez que a maior parte da área ardida no incêndio de 2012 se enquadra com as zonas de vulnerabilidade elevada. Apesar de existirem certas áreas de vulnerabilidade reduzida, estas têm uma dimensão mais pequena e encontram-se rodeadas na sua maioria por outras de vulnerabilidade elevada. Neste contexto convém lembrar que menor vulnerabilidade não significa que um terreno não pode arder, mas sim que este arde mais lentamente e oferece mais barreiras à progressão de um incêndio. A freguesia de Caniço foi a que menos perdas sofreu no incêndio de 2012, algo suportado pelo índice de Vulnerabilidade calculado, que atribui a esta freguesia um grau de vulnerabilidade muito inferior às restantes. Por outro lado, a área central do concelho, afectando a freguesia de Santa Cruz gravemente, foi a que mais sofreu com este incêndio.

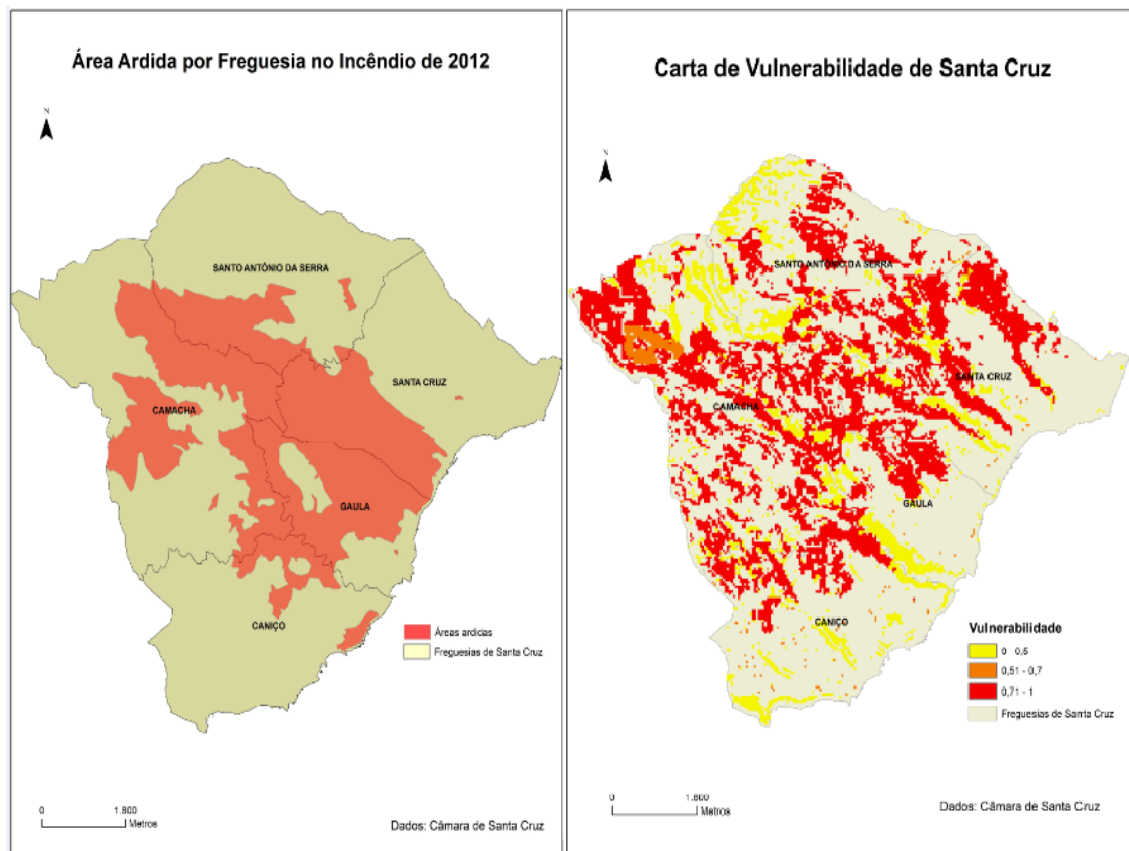


Figura 14: Comparação entre área ardida no incêndio de 2012 e a Vulnerabilidade em Santa Cruz.

Outro mapa que interessa avaliar no contexto da Vulnerabilidade é o da carta de elementos expostos (figura 15). Estes dois mapas estão também profundamente relacionados, uma vez que os elementos expostos são pontos importantes no território. Tratando-se de elementos importantes tanto estes como as áreas em redor deles terão prioridade de protecção na eventualidade de incêndio. Assim sendo, a observação da figura permite constatar que a Camacha e Santa Cruz são os locais onde a informação destes mapas mais se cruza, o que significa que são locais onde é fundamental tomar medidas de protecção.

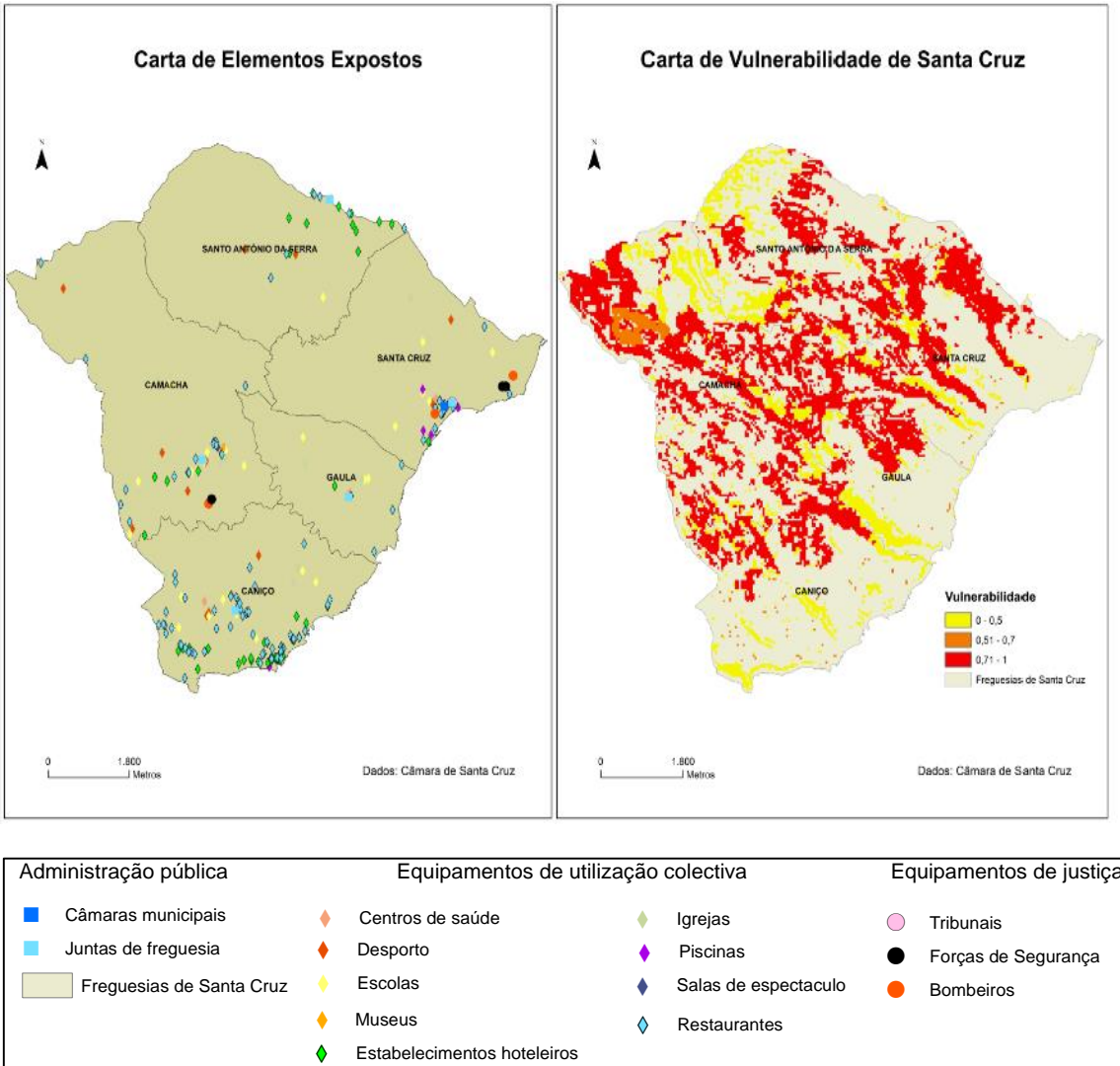


Figura 15: Cruzamento de informação entre a Carta de Elementos Expostos e a Carta de Vulnerabilidade.

Capítulo 5: Conclusões

5. 1. Proposta de medidas de prevenção

A situação desesperada que todos os Verões se repete na Madeira, tal como em Portugal Continental, significa que há ainda muito a fazer no que concerne à prevenção dos incêndios. Para combater uma situação desta dimensão, que tanto afecta a população, a economia e o património ambiental deveria existir um esforço maior do que o que existe actualmente.

A primeira “linha de combate” aos incêndios num território é naturalmente a legislação em vigor. É nesta que devem estar explícitas as multas e as coimas, criminalizando todo e qualquer acto contra a floresta portuguesa. Com a importância já mencionada que esta tem para a economia portuguesa aliada ao facto de estar comprovado que a vasta maioria dos incêndios têm origem em fogo posto, ou seja, tem mão criminosa, parece evidente que uma das medidas a tomar está relacionada com a legislação, e na necessidade de um esforço complementar no sentido da sua execução. O combate ao fogo criminoso é uma questão complexa, uma vez que mesmo quando o culpado é capturado e encarcerado este é sempre o mandado e não o mandante. Isto significa que os verdadeiros culpados saem ilesos e possivelmente repetirão o crime no futuro. Os interesses em jogo e a corrupção apenas vêm acrescentar à dificuldade de lidar com este problema. Assim sendo, propõe-se a criação de uma divisão policial independente dedicada unicamente à investigação deste tipo de crime.

No contexto do combate aos incêndios criminosos baseados em interesses financeiros, a legislação enuncia no Decreto-Lei nº 55/2007, a proibição por um período de 10 anos de certas actividades em áreas ardidas, como por exemplo a construção ou a substituição de espécies florestais por outras técnicas ecologicamente desadequadas. No entanto, estabelece excepções para obras que se considerem ser de “interesse público”. Este aspecto vem, naturalmente, abrir portas à corrupção. José Gomes Ferreira (2013), defende que na realidade diversos terrenos nesta situação se encontram urbanizados ao fim de poucos anos. Significa isto que é necessária uma alteração desta legislação, não permitindo que qualquer excepção seja realizada uma

vez que enquanto isto for possível existirão sempre interesses em conflito. Assim sendo, seria importante a criação de uma autoridade independente cujo objectivo consistiria na fiscalização destas situações, forçando o cumprimento da lei e, no caso de a presente legislação se manter, fazer uma avaliação profunda ao que realmente pode ser considerado de interesse público.

Cumulativamente, importa realizar uma monitorização regular uma vez que a lei em muitos casos não está a ser cumprida. No caso específico de Santa Cruz, verifica-se a existência de muitas habitações isoladas e muito próximas de áreas florestais e matos. Neste contexto, a legislação obriga a limpeza dos matos até 50 metros em redor de uma habitação (fig. 16). O seu não cumprimento representa um risco para a região, não só facilitando a deflagração de incêndios mas também vindo acentuar o risco de propagação dos mesmos, dificultando simultaneamente a defesa das habitações em caso de fogo. Mais, a aplicação desta medida em Portugal Continental seria um processo muito complexo, porém, em Santa Cruz, pela dimensão do território, seria relativamente simples. Com fiscalização regular, seria possível aplicar coimas à população que não cumprisse com a lei, forçando as pessoas a procederem a limpezas mais frequentemente.

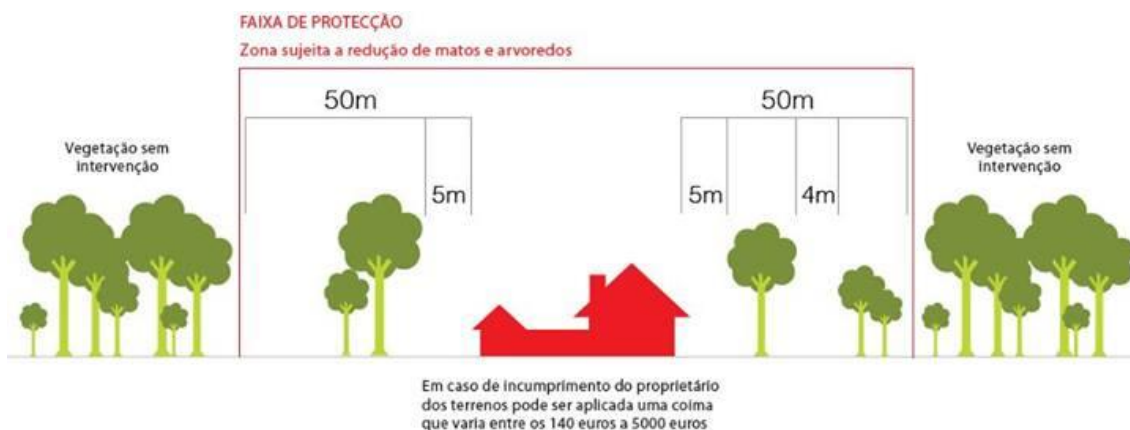


Figura 16: Representação da forma como a limpeza em redor das casas deve ser feita. As árvores devem estar limpas e desramadas em altura aconselhável de 4m até à sua copa.

Fonte: Associação Portuguesa de Técnicos de Segurança e Protecção Civil (Asprocivil).

Outro importante problema com graves consequências é a estrutura florestal portuguesa. Este é um problema estrutural nacional, representando assim um grande desafio á sua resolução. Para o resolver seria necessário proceder a uma alteração

total da floresta nacional. No entanto, algo que é possível realizar consiste no aumento da diversidade de produção. Actualmente, a maior parte da floresta portuguesa é constituída por eucaliptos e pinheiros-bravos, uma vez que estas espécies apresentam crescimentos consideravelmente mais acelerados que outras. Porém, como já foi referido neste trabalho, são espécies “amigas” do fogo, ardendo com muita facilidade e rapidez, facilitando desta forma a progressão dos fogos, resultando em incêndios de maior dimensão do que poderiam ser de outra forma. Assim, cada vez mais se torna urgente uma mudança radical na política florestal, que continua ainda a apoiar novas plantações de eucaliptos. A política actual não pode continuar, caso contrário os portugueses continuarão a pagar um elevado custo. Assim sendo, caberá ao Estado criar políticas de apoio à plantação de espécies mais resistentes ao fogo e que criem barreiras naturais à propagação dos fogos.

O principal entrave a esta acção é o facto da maior parte da floresta portuguesa estar nas mãos do sector privado, que prefere plantar espécies resinosas devido ao lucro mais rápido. Assim, propõe-se a atribuição de incentivos fiscais ou a atribuição de subsídios aos privados que optarem pela plantação de espécies diferentes. Desta forma poder-se-ia criar resistências aos incêndios, combatendo-os indirectamente, uma vez que a sua progressão seria bastante mais lenta não atingindo dimensões excessivas.

Uma vertente muito importante deste problema e que apesar das tentativas não tem havido muito sucesso é na criação de uma consciência ambiental na população. Verificam-se ainda muitos fogos provocados inadvertidamente, quer por cigarros acesos atirados para o chão ou até queimadas que se descontrolam. Neste contexto considera-se que é necessário um maior investimento e esforço dedicado à criação de campanhas de sensibilização para o bem-estar da floresta. Se toda a população tiver uma mentalidade pró ambiental veremos com certeza um decréscimo no número de ocorrências de incêndio verificadas anualmente. Estas iniciativas deverão decorrer à escala municipal, tal como está legislado, sendo da responsabilidade das câmaras a sua organização. Neste sentido, estas devem procurar realizá-las mais frequentemente e possivelmente experimentar diferentes abordagens, como por exemplo levar a cabo acções práticas de formação que levassem as pessoas

às florestas com o intuito de realizar diversas tarefas tendo como objectivo a criação de uma maior ligação entre a população e a floresta. Neste contexto, uma ideia positiva seria a criação por parte dos municípios de grupos de voluntariado florestais, talvez até vocacionados para os jovens, procurando assim desde cedo instituir uma mentalidade pró ambiental desde cedo.

Mais uma medida fundamental seria a estimulação da concertação de esforços entre os bombeiros e o Exército. A colaboração existente actualmente não é suficiente, limitando-se, de um modo geral, a um apoio logístico, como por exemplo ao abastecimento de helicópteros e aviões de combates aos incêndios. Assim, na ausência de guerras, devia-se procurar mais a participação dos seus homens, durante o período de Verão, para as florestas com o objectivo de prestar auxílio no combate aos incêndios e até mesmo com o intuito de vigiar as mesmas.

Existe uma necessidade urgente de criação de informação digital sobre o território. A informação territorial nacional deve ser actualizada anualmente e ainda divulgada para o público sem qualquer custo. Para tal, deve ser criada legislação neste sentido, forçando a publicação e criação dos dados territoriais à escala municipal. Esta medida seria importante em vários sentidos. Em primeiro lugar e no âmbito deste trabalho, permite ao município um conhecimento actualizado do próprio território. Uma catástrofe, como por exemplo o incêndio de 2012 em Santa Cruz pode alterar consideravelmente o território. Com uma actualização regular, estas transformações seriam registadas e cartografadas devidamente. A partilha destes dados possibilitaria ainda uma coordenação de esforços intermunicipais mais eficiente.

Por último, de mencionar uma medida muito meritória da autoria de L. Lourenço (1992). Este propõe a criação de um serviço cívico obrigatório, como alternativa a quem opta por não realizar o serviço militar, com o intuito de desempenhar tarefas relacionadas com a floresta. Isto permitiria não apenas o aumento do “capital humano” interveniente na floresta o que naturalmente possibilitaria um melhor controlo da mesma, bem como seria um instrumento fundamental na instauração de uma mentalidade preocupada com a defesa da floresta na população. Sendo a floresta um assunto de interesse nacional, a criação deste serviço justificar-se-ia por inteiro e seria com certeza extremamente proveitosa. No

entanto, esta medida foi já proposta em 1992 e encontra-se desactualizada uma vez que mesmo o serviço militar já não é obrigatório. No entanto, inspirada nesta medida seria possível uma adaptação actualizada. Esta consistiria na utilização dos desempregados que recebem subsídio de desemprego para esta mesma função - proteger e limpar as florestas nacionais. Isto permitiria um aproveitamento de população que de outra forma não estaria a contribuir para o país, oferecendo mão-de-obra a esta causa, permitindo uma prevenção contra os incêndios bastante mais eficaz e, muito importante, sem custos extra para o Estado.

Naturalmente, esta última medida seria extremamente difícil e complexa de implementar, no entanto a floresta portuguesa trata-se indubitavelmente de um assunto de interesse nacional. Isto significa que todos os esforços possíveis devem ser feitos tendo em vista a sua protecção, sabendo já que os esforços actuais não estão a resultar uma vez que todos os anos se repete a mesma tragédia, consumindo milhares de hectares nacionais bem como conduzindo à perda de vidas humanas.

5.2. Considerações Finais

Ao longo deste trabalho, foi realizado um ponto da situação em que Portugal vive relativamente aos incêndios. Com este intuito, recuou-se ao passado como forma de explicar como se chegou à situação actual, pois não se pode compreender o problema sem saber as questões estruturais que lhe dão origem. A compreensão de uma situação é indispensável para que se possa resolvê-la ou pelo menos para que se trabalhe nesse sentido. Foi também necessário fazer um acompanhamento da evolução da legislação, indicador importante da forma como o Governo foi lidando com a evolução da problemática dos incêndios florestais ao longo dos anos.

Em seguida, para trabalhar com o caso de estudo, foi necessário fazer a caracterização do concelho de Santa Cruz, preparando assim para posteriormente elaborar a cartografia necessária para a aplicação da metodologia de risco ao território. Desta análise resultou a identificação dos principais factores de risco de Santa Cruz: a sua estrutura florestal onde predominam espécies de elevado risco, a grande quantidade de tecido urbano descontínuo, possuindo um elevado número de

habitações isoladas dos “centros urbanos” e rodeadas de florestas e a falta de barreiras físicas ou artificiais.

O problema da estrutura florestal de Santa Cruz é idêntico ao do Continente - a continuação de uma política florestal comprovadamente com falhas com consequências graves para o território. Como foi analisado na investigação, todas as metodologias de incêndio classificam a ocupação do solo como o principal factor de risco de incêndio e é por este motivo que esta política deve ser alterada urgentemente. Esta dissertação revelou assim a necessidade de uma remodelação urgente na forma como o concelho de Santa Cruz trata as suas florestas, sendo indispensáveis novas políticas de reflorestação e de protecção da mesma. Esta afirmação aplica-se de igual modo à escala nacional, Portugal Continental deve também visitar a sua política florestal e corrigir as suas falhas fundamentais. Como já foi referido, uma possível medida para alterar a política vigente seria o apoio financeiro à plantação de outras espécies. Os pinheiros e os eucaliptos são preferidos actualmente porque são espécies de rápido crescimento, porém com apoios financeiros é possível proteger o cultivo de espécies de crescimento mais lento mas que protegerão o solo português e poderão simultaneamente dar lucro, apenas num horizonte temporal maior.

As áreas onde predomina o tecido urbano descontínuo encontram-se em grande perigo. São geralmente habitações isoladas e de difícil acesso, e o seu risco aumenta ainda mais porque as leis de limpeza e manutenção da floresta muitas vezes não são cumpridas. Com o intuito de defender estas áreas é importante a construção de melhores acessibilidades e a obrigatoriedade de limpeza das áreas em seu redor.

Em relação à falta de barreiras físicas ou artificiais, esta questão pode ser resolvida de duas formas. Por um lado, a plantação de espécies mais resistentes ao fogo cria uma barreira natural que poderá por si só abrandar a progressão de um incêndio. Também a criação de estradas em boas condições pode servir, como já foi referido, de barreira artificial à propagação dos incêndios contribuindo desta forma para uma redução da Vulnerabilidade deste território.

No capítulo IV foi caracterizado o concelho de Santa Cruz, e analisadas as consequências resultantes de um grande incêndio na região. Foi também explicada a

forma como potencialmente os incêndios poderiam destruir a economia deste território. Convém lembrar nesta fase que em Portugal (tanto nas Regiões Autónomas como em Portugal Continental) se podem encontrar inúmeros território com características muito semelhantes e aos quais poderia suceder exactamente o mesmo, resultando numa catástrofe nacional. É por este motivo que lidar com esta questão é absolutamente de interesse nacional e deve ser prioritário.

A Vulnerabilidade é um indicador de risco a ter em consideração em todos os momentos. Enquanto o Risco de incêndio prevê em que áreas a probabilidade de deflagrar um incêndio é maior, a Vulnerabilidade é uma ferramenta indispensável no planeamento do combate às chamas, permitindo assim antecipar a propagação do fogo e a identificação prévia de que áreas se encontram em maior perigo na eventualidade de uma deflagração de um incêndio. Este índice permite assim uma maior eficácia na fase de combate aos incêndios, sendo uma parte fundamental do planeamento. No entanto, este indicador de risco é ainda pouco explorado focando-se os especialistas na criação de metodologias para determinar o Risco de incêndio e a Susceptibilidade, ambos os indicadores focados na identificação de áreas onde a probabilidade de ignição é superior. A Vulnerabilidade vem dar resposta a outra necessidade: tendo já deflagrado o fogo para que áreas é mais provável que este se propague.

O papel dos Sistemas de Informação Geográfica é cada vez mais uma parte integrante da ciência do estudo de incêndio. Actualmente são já uma ferramenta indispensável nesta área, servindo de suporte para a criação de diferentes metodologias. É através do avanço destas metodologias, da consideração de novas variáveis, e da inovação da forma de tratamento dos dados que estas metodologias se desenvolverão e serão cada vez mais avançadas e mais exactas, vindo desta forma prestar um apoio valioso na constante luta contra os incêndios. Uma das dificuldades sentidas neste trabalho consistiu na dificuldade de obtenção de dados. Tendo sido adquirida uma considerável quantidade de informação digital, esta não estava actualizada, datando a maior parte dos dados do ano de 2007. Por esse motivo esta investigação não poderá ser aplicável à realidade actual do concelho de Santa Cruz. Como foi abordado na secção de propostas deste trabalho, o caminho que deve ser

seguido é o da actualização regular (anual) e disponibilização de informação. Este e trabalhos semelhantes poderiam desta forma ser mais do que uma aplicação teórica e poderiam mesmo ter uma utilização prática por parte dos municípios. A partilha de informação poderia beneficiar muito as investigações no campo da ciência do risco de incêndio.

Na actualidade, de um modo geral, todo o mundo sofre com a questão dos incêndios e procura uma resolução para a mesma. Florestas por todo o mundo são destruídas, as alterações climáticas vêm agravar ainda mais esta situação, surgindo assim cada vez mais uma necessidade de novos métodos eficazes de previsão, combate e avaliação dos fogos florestais.

Bibliografia

- Abhinnet, J., Shirish A. R., et al. (1996). *Forest Fire Risk Modelling Using Sensing and Geographic Information System*. Current Science. Indian Academy of Science. 70: pp. 928-933;
- ANTUNES, Catarina Carvalho, VIEGAS, Domingos Xavier (2011). *Avaliação do Risco de Incêndio Florestal no Concelho de Arganil*. Silva Lusitana vol.19 no.2 Lisboa;
- *Avaliação do Potencial Energético Eólico na Região Autónoma da Madeira*, 2005;
- Bachmann A, Allgöwer B (1999). *The need for a consistent wildfire risk terminology*. The Joint Fire Science Conference and Workshop, Boise, Idaho, E.U.A.;
- BIRKMANN, Jörn. (2006) *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. United Nations University Press;
- BUKOWSKI, Richard W. (2006) - *An Overview of Fire Hazard and Fire Risk Assessment in Regulation*;
- CAETANO, Mário R., FREIRE, Sérgio, CARRÃO, Hugo (2012). *Fire risk mapping by integration of dynamic and structural variables*. In Remote Sensing in Transition, R. Goossens, Ed. Rotterdam: Milpress, pp. 319-326;
- Câmara Municipal de Santa Cruz;
- Chuvieco, E. and Congalton, R.G., (1989). *Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping*, Remote Sensing of Environment, 29, pp. 147-159;
- Chuvieco, E., and Martín, M.P., (1994). *Global Fire Mapping and Fire Danger Estimation Using AVHRR Images*, Photogrametric Engineering & Remote Sensing, 60 (5), pp. 563-570;
- Chuvieco, E., Aguado, I., et al. (2010). *Development of a Framework for Fire Risk Assessment Using Remote Sensing and Geographical Information System Technologies*. Ecological Modelling. 221 (1): 46-58;

- CUNHA, Lúcio, DIMUCCIO, Luca (2002). *Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição: Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra*. Territorium, 9: 37-51;
- DAUPHINÉ, A. (2001). *Risques et catastrophes, Observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Paris: Armand Colin, pp. 268;
- DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS FLORESTAIS (DGRF) (2007) - *Estratégia Nacional para as Florestas*. Lisboa, Imprensa Nacional Casa da Moeda;
- FAUGÈRES, L. (1991), *La Géo - Cindynique, Géoscience du Risque. Bulletin de L'Association de Géographes Français*, nº3, Paris;
- FERREIRA, António Ricardo Rocha (2010). *Sistema de Informação Geográfica e Suscetibilidade a Incêndio Florestal: Análise de Metodologias em Ambiente SIG*, Dissertação de Mestrado;
- FERREIRA, José Gomes (2013). *A Indústria dos Incêndios*.
- *Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal* (2009). Autoridade Nacional de Protecção Civil;
- Instituto Nacional de Estatística:
 - Anuário Anual Estatístico da Região Autónoma da Madeira, INE, 2011;
 - Censos 2011.
- Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas:
 - AFN. (2010b). *Relatório Final do 5.º Inventário Nacional 2005/2006*. Lisboa, Autoridade Florestal Nacional.
- Instituto Geográfico Português:
 - Metodologia de risco de incêndio de 2004;
 - Metodologia de risco de incêndio de 2009.

- KASISCHKE, Eric S., TURETSKY, Merrit R. (2006). *Recent changes in the fire regime across the North American boreal region—spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska*. Geophysical Research Letters, 33, pp. 1–5;
- LAINS, Pedro. *Análise Social*. (1994), *O Estado e a industrialização em Portugal, 1945-1990*. Quarta série, vol. XXIX, no 128, p. 923-958;
- LOURENÇO, L.. (1991). *Aspectos socioeconómicos dos incêndios florestais em Portugal*, Coimbra, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra;
- LOURENÇO, Luciano, (1991). *Uma fórmula expedita para determinar o índice meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal continental*. Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais, Coimbra, 2, pp. 3-63;
- LOURENÇO, Luciano, (1988). *Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal*. Finisterra, Lisboa, 23 (46), pp. 251-270;
- LOURENÇO, L., (2004). *Riscos Naturais e Protecção do Ambiente*, Coimbra, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra;
- LOURENÇO, L., (2004). *Risco Meteorológico de Incêndio Florestal*, Coimbra, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra;
- MACEDO, F. W. de, SARDINHA, A. (1987) *Fogos Florestais*, Lisboa, Ciência e Vida;
- MARTÍNEZ, Jesús, VEGA-GARCIA, Cristina, CHUVIECO, Emilio, (2009). *Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain*, Journal of Environmental Management, Vol. 90(2), pp.1241-1252;
- REBELO, Fernando, 1980 – *Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra*. Biblos, Coimbra, 57, pp. 629-644;
- REBELO, Fernando (2003), *Riscos Naturais e Acção Antrópica*, Coimbra, Imprensa da Universidade, 2ª edição revista e aumentada;
- REGO, Castro (2003); *As florestas portuguesas*; in ambiente 21 – sociedade e desenvolvimento n.º 11; ano II; Carnaxide;

- CRAVEIRO, João Lutas (2002). *As dimensões motivacionais e estruturais de incêndios florestais*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, VI, pp.120;
- GROSSHANDLER, William (2003). *The role of Science & Engineering in reducing fire risk*. Building and Fire Research Laboratory;
- Comissão Europeia (2011). *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*,
- ROMÁN, M.V., AZQUETA, D. e RODRÍGUES, M (2012) - *Methodological approach to assess the socio-economic vulnerability to wildfires in Spain*. Forest Ecology and Management, vol. 294, pp.158–165.
- SMITH, K. (1992), *Environmental Hazards – Assessing Risk and Reducing Disaster*, Routledge, London;
- STURTEVAND, B.R., CLELAND, D.T. (2007). *Human and biophysical factors influencing modern fire disturbance in northern Wisconsin*. International Journal of Wildland Fire, 16, pp. 398–413;
- THOMPSON, Matthew P., CALKIN, David E., M.P., FINNEY, Mark A., AGER, Alan A., GILBERTSON-DAY, Julie W.. (2011). *Integrated national-scale assessment of wildfire risk to human and ecological values*. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 25, pp. 761–780;
- United Nations Document Séries Symbols: 1978 – 1984; Dag Hammarskjöld Library, New York, United Nations 1986, Vol. VII;
- VARNES, D.J., (1984). *Landslide Hazard Zonation: a review of principles and practice*. International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes. UNESCO, Paris;
- Ventura J, Vasconcelos M (2006) *O fogo como processo físico-químico e ecológico*. In: Pereira J S, Pereira J M, Rego F C, Silva J M, Silva T P (Eds.). *Incêndios Florestais em Portugal – Caracterização, Impactes e Prevenção*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa;

- Viegas, D.X. (2006): Modelação do Comportamento do Fogo. In Incêndios florestais em Portugal: caracterização, impactes e prevenção. Ed: Pereira, J.S., Pereira, J.M.C., Rego, F.C., Silva, J.M.N. e Silva, T.P. ISA Press, Lisboa, Portugal. 515 p.;
- VIEGAS, Domingos Xavier. (1989). *Um programa de investigação sobre incêndios florestais em Portugal*. In: Actas das Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais - Vol. 1. – Universidade de Coimbra;
- VETTORAZZI, C. e FERRAZ, S. (1998). *Mapeamento de Risco de Incêndios Florestais por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG)*. Scientia Forestalis. São Paulo. 53: 39-48.

Índice de figuras

Figura 1: Número de ocorrências de incêndio e área ardida em Portugal entre 1980 e 2013	6
Figura 2: Modelo conceptual de Risco	24
Figura 3: Enquadramento geográfico de Santa Cruz na Região Autónoma da Madeira	37
Figura 4: Carta de Declives de Santa Cruz	41
Figura 5: Carta de Exposição Solar	41
Figura 6: Carta de Elementos Expostos	44
Figura 7: Tecido urbano em Santa Cruz	46
Figura 8: Localização de matos e florestas em Santa Cruz	47
Figura 9: Florestas por espécie florestal em Santa Cruz.....	49
Figura 10: Área ardida no incêndio de 2012 por espécie arbórea.....	51
Figura 11: Carta de Vulnerabilidade de Santa Cruz	57
Figura 12: Comparação entre a distribuição de florestas por espécie arbórea e a Vulnerabilidade de Santa Cruz	58
Figura 13: Relação entre tecido urbano e Vulnerabilidade em Santa Cruz	59
Figura 14: Comparação entre área ardida no incêndio de 2012 e a Vulnerabilidade em Santa Cruz	60
Figura 15: Cruzamento de informação entre a Carta de Elementos Expostos e a Carta de Vulnerabilidade	61
Figura 16: Representação da forma como a limpeza em redor das casas deve ser feita	63

Índice de Quadros

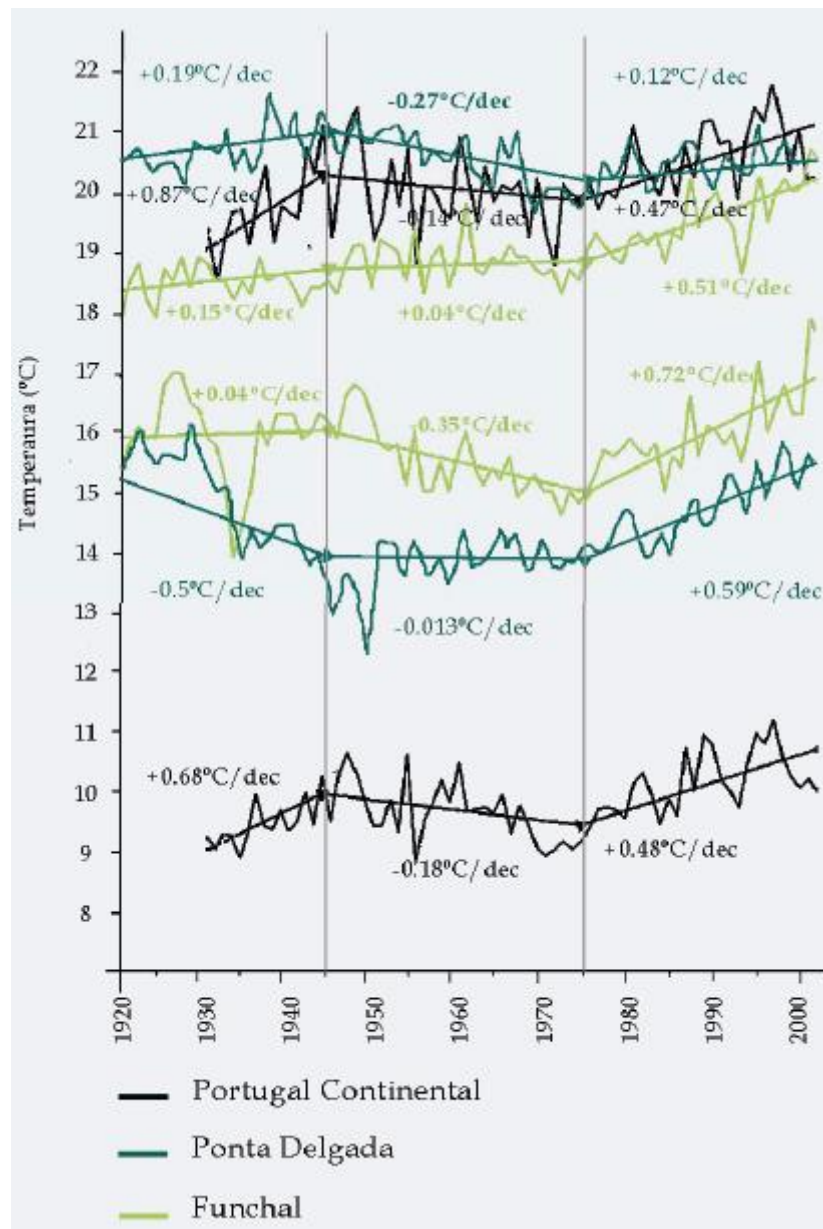
Quadro 1: Análise das principais metodologias actuais.....	29-31
Quadro 2: Vulnerabilidade das diferentes espécies de árvores.....	34
Quadro 3: Estrutura etária de Santa Cruz em 2011	41
Quadro 4: Estabelecimentos e capacidade de alojamento e proveitos de aposento nos estabelecimentos hoteleiros por município 2011	42
Quadro 5: Área ardida no incêndio de 19 a 21 de Julho de 2012	50

ANEXOS

Anexo I – Gráficos de análise às temperaturas em Portugal

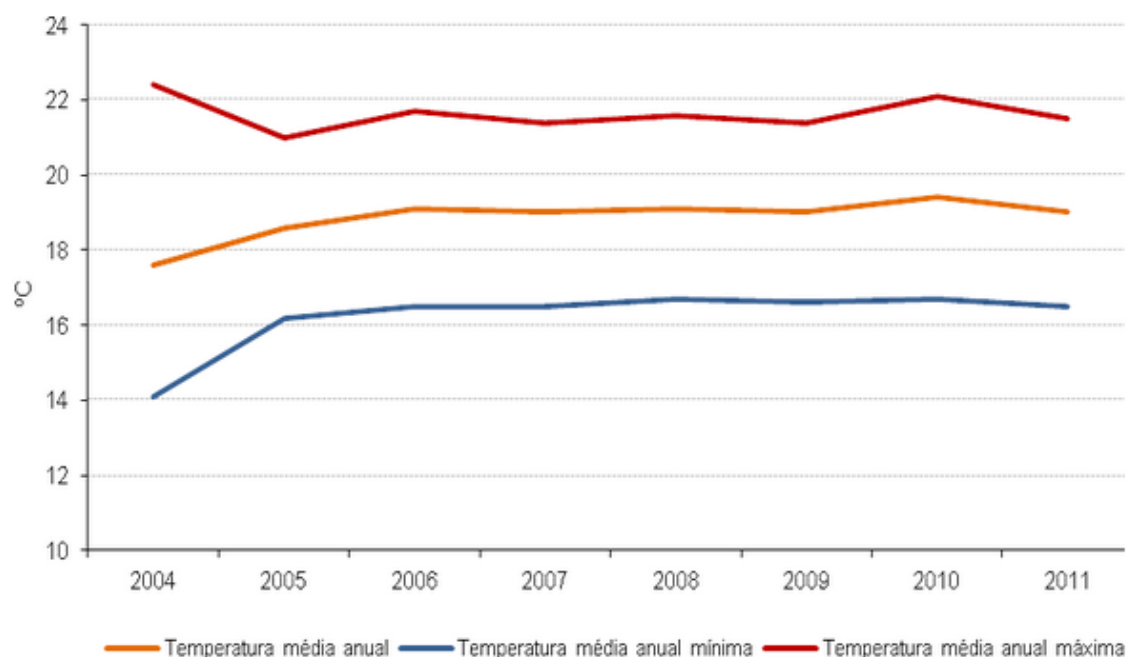
Continental, Açores e Madeira

Figura 1 – Evolução da média das temperaturas máxima e mínima em Portugal. Adaptado de Santos e Miranda (2006).



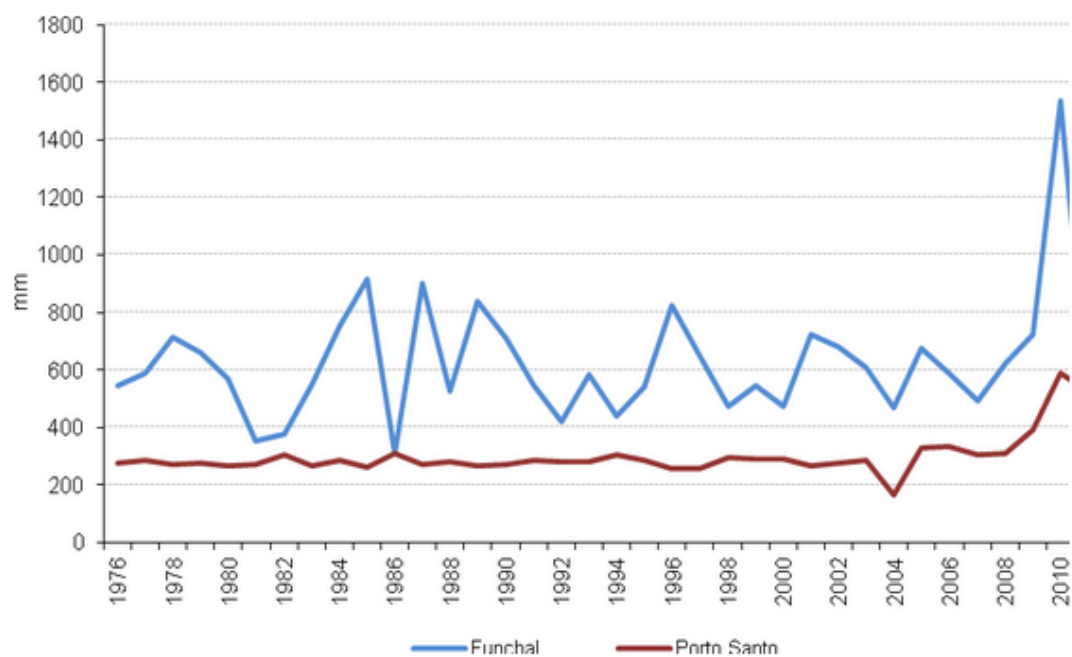
Fonte: Estratégia Nacional para as Florestas (2006).

Figura 2 – Temperaturas médias anuais do ar registadas na estação meteorológica do Porto Santo.



Fonte: <http://estatistica.gov-madeira.pt/>

Figura 3 – Precipitação total por estação meteorológica (Funchal e Porto Santo).



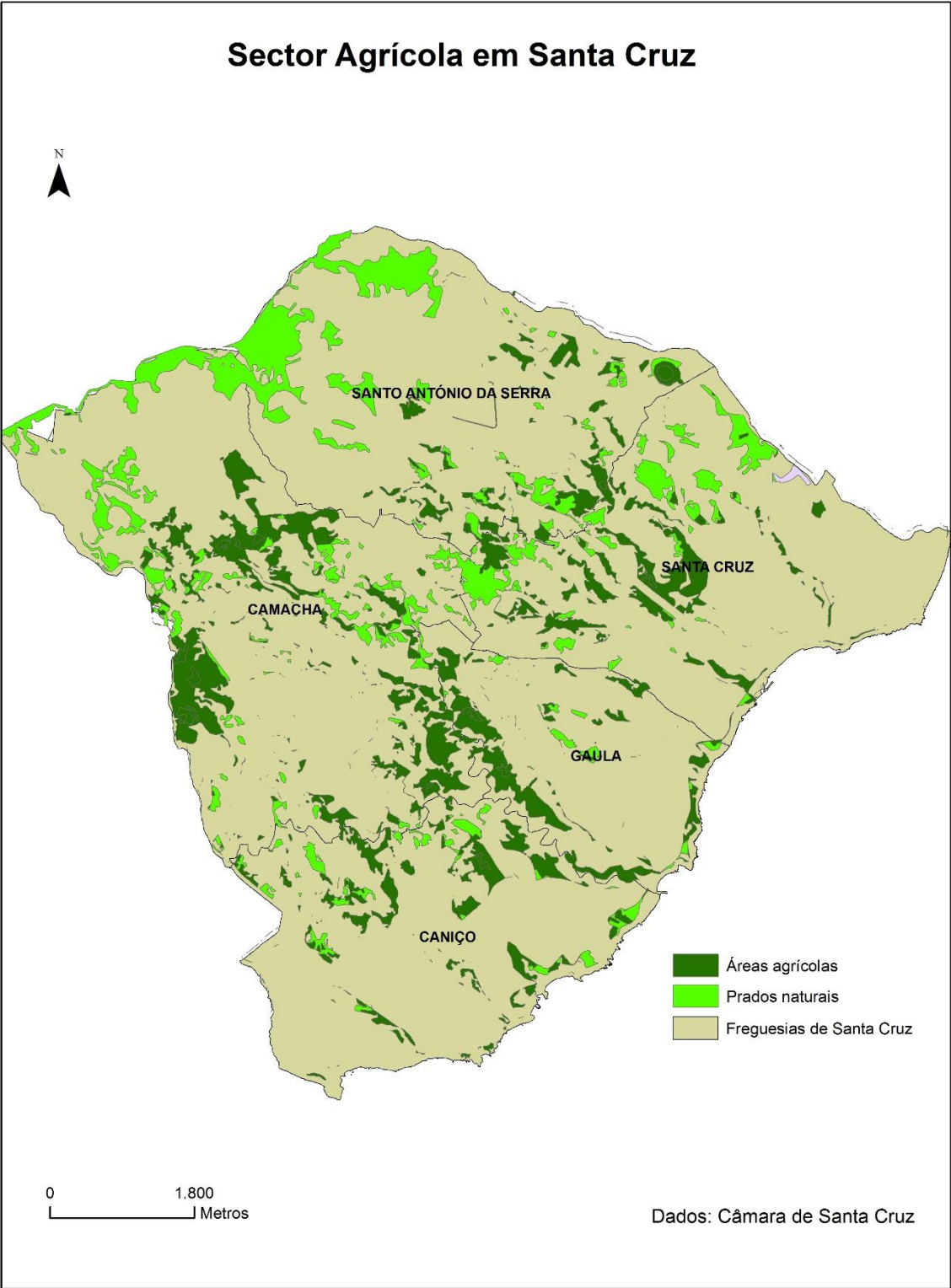
Fonte: <http://estatistica.gov-madeira.pt/>

Anexo II – Mapas de apoio à componente teórica

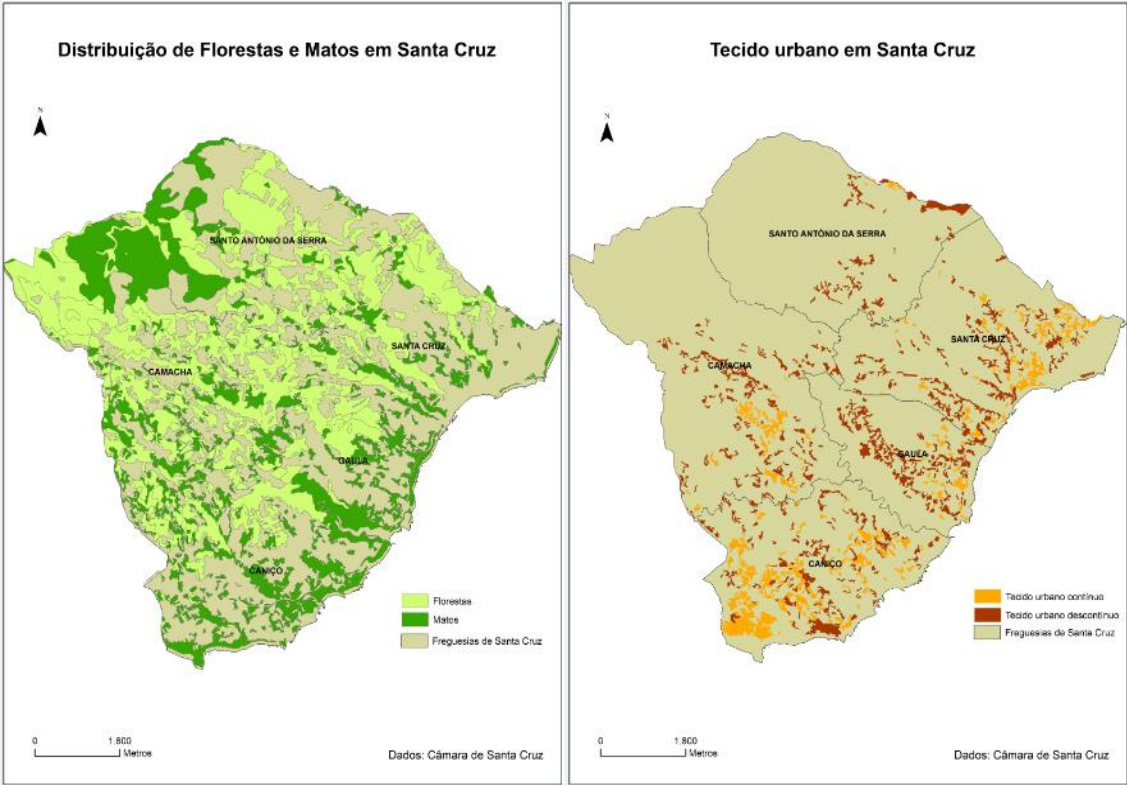
Mapa 1 – Ortofotomapa de 2010 do Concelho de Santa Cruz.



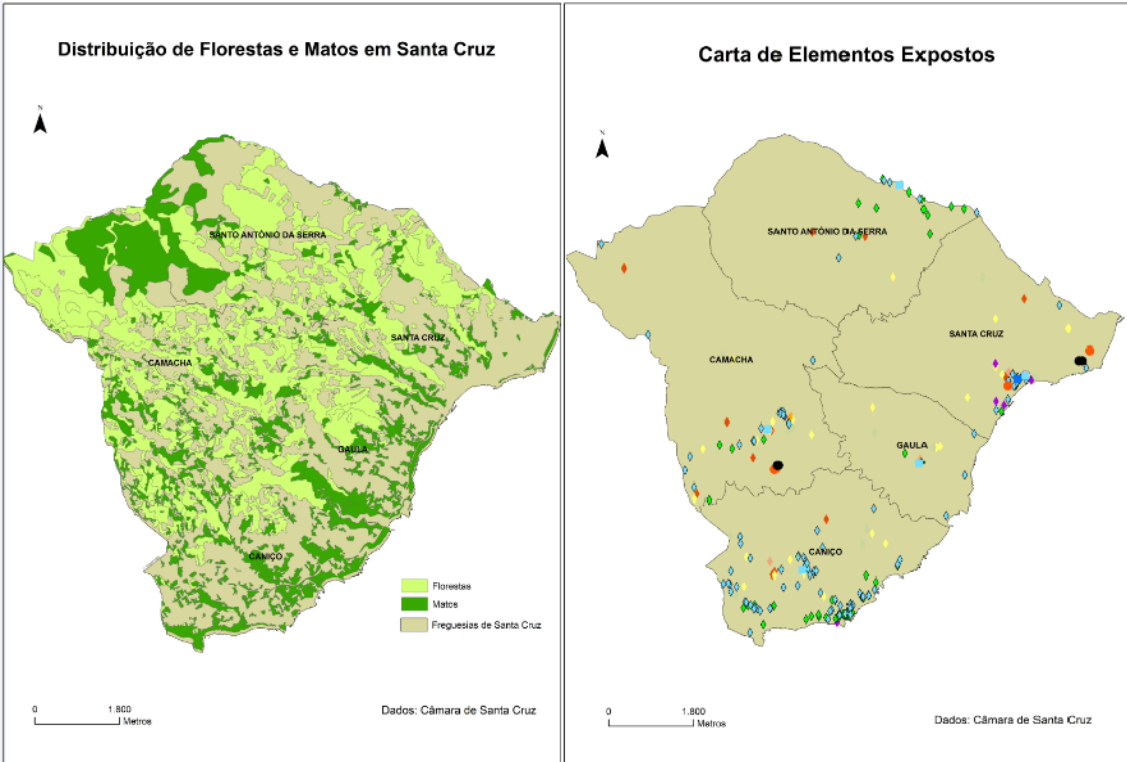
Mapa 2 –Sector agrícola no concelho de Santa Cruz



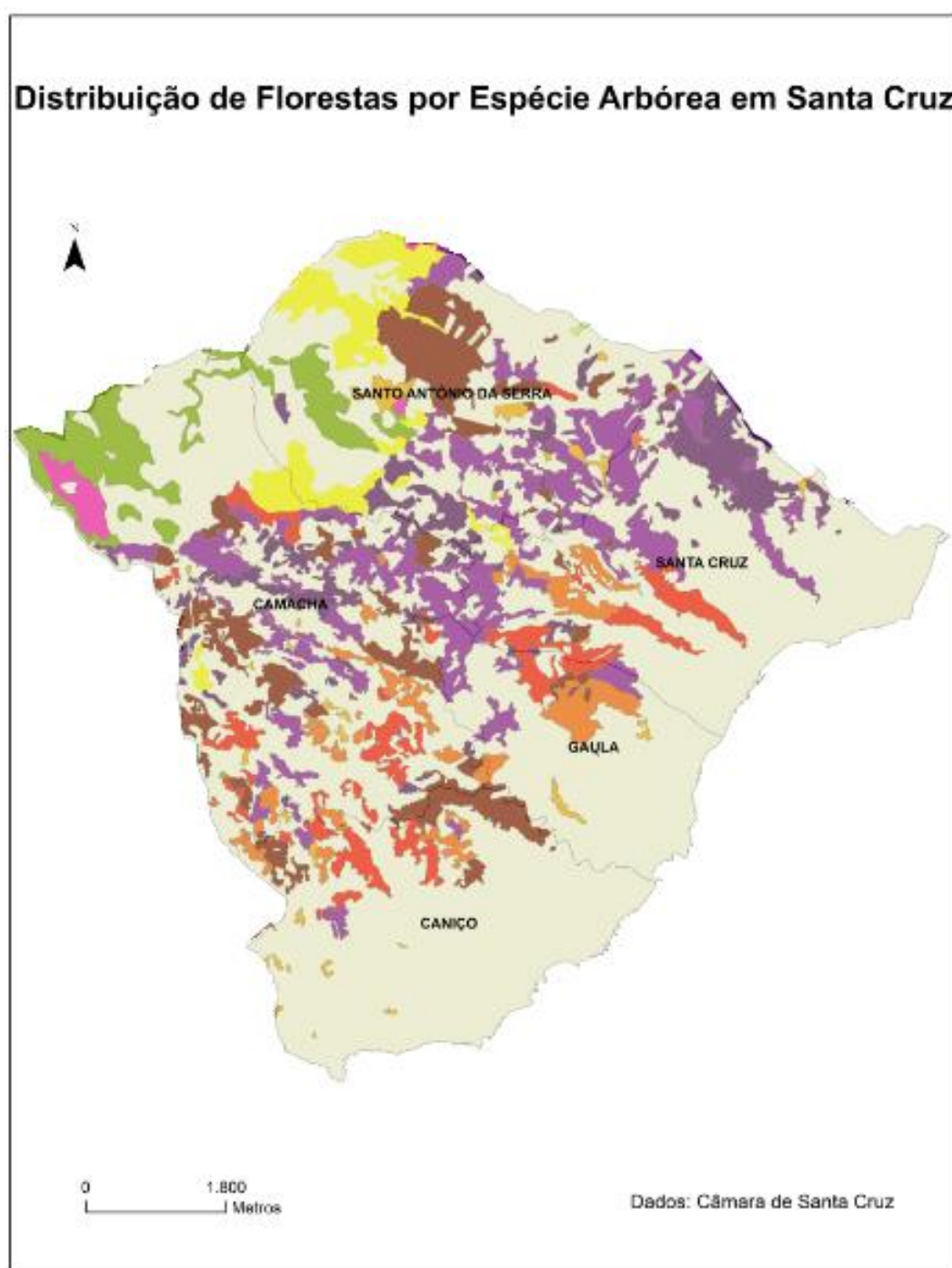
Mapa 3 – Comparação entre distribuição das florestas e matos e o tecido urbano



Mapa 4 – Comparação entre distribuição das florestas e Carta de Elementos Expostos

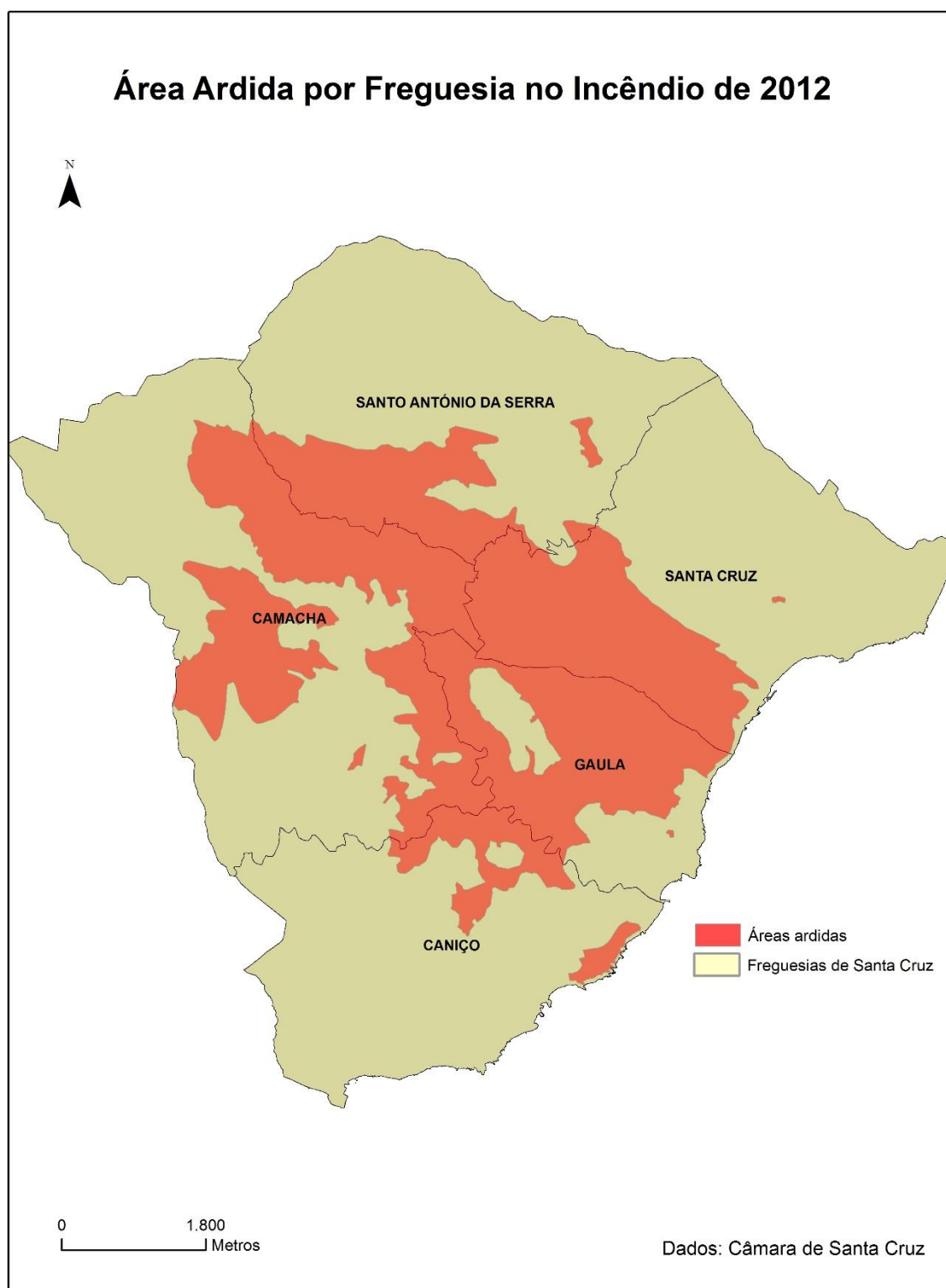


Mapa 5 – Distribuição de florestas por espécie arbórea em Santa Cruz.

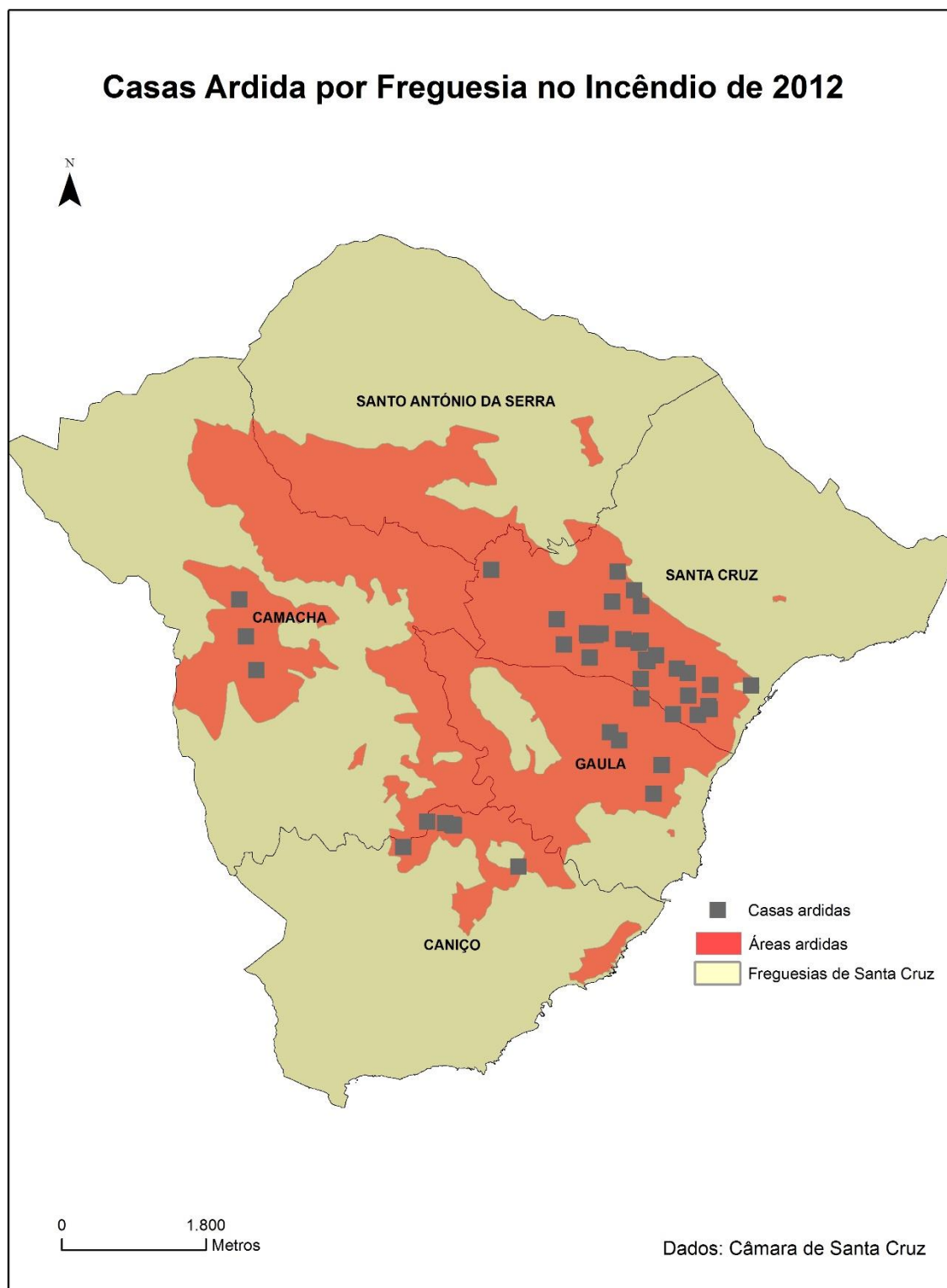


	Floresta natural da Madeira		Floresta resinosas com folhosas		Florestas eucalipto com folhosas
	Floresta cas tanheiro com folhosas		Florestas folhosas		Florestas eucalipto
	Floresta cas tanheiro		Florestas resinosas		Florestas pinheiro bravo com folhosas
	Floresta carvalhos		Florestas eucalipto com resinosas		Florestas pinheiro bravo
	Freguesias de Santa Cruz				

Mapa 6 – Incêndio de 2012 em Santa Cruz



Mapa 7 – Casas ardidas no incêndio de Santa Cruz em 2012



Anexo III – Quadros de apoio à análise da produção do sector primário em Santa Cruz

Quadro 1 – Indicadores demográficos por município

	Densidade populacional ┐	Taxa de crescimento efetivo ┐	Taxa de crescimento natural ┐	Taxa bruta de natalidade ┐	Taxa bruta de mortalidade ┐	Taxa bruta de nupcialidade ┐	Taxa bruta de divórcio ┐	Taxa de fecundidade geral ┐	Índice sintético de fecundidade ┐	Taxa de fecundidade na adolescência ┐	Nados-vivos fora do casamento	Proporção de casamentos entre portugueses e estrangeiros
	N.º/km ²	%		‰					N.º	‰	%	
Portugal	114,3	- 0,29	- 0,06	9,2	9,7	3,4	2,5	38,7	1,4	13,3	42,8	11,6
Continente	112,6	- 0,29	- 0,06	9,1	9,8	3,4	2,5	38,7	1,4	12,9	43,3	11,8
R. A. Madeira	332,7	- 0,56	- 0,03	9,0	9,3	3,4	2,6	35,1	1,3	13,2	40,0	9,2
Calheta	102,5	- 0,97	- 0,49	6,8	11,7	3,3	1,2	30,1	x	x	24,4	5,3
Câmara de Lobos	683,0	- 0,18	0,45	10,9	6,4	3,0	2,3	40,0	x	x	42,8	4,7
Funchal	1 461,6	- 0,69	- 0,17	8,3	10,0	4,2	3,0	32,7	x	x	45,3	12,7
Machico	317,7	- 0,61	- 0,17	6,8	8,5	4,0	1,7	27,5	x	x	24,2	2,3
Ponta do Sol	191,1	- 0,37	0,14	10,2	8,8	2,7	2,6	41,5	x	x	25,6	4,2
Porto Moniz	32,3	- 1,22	- 1,22	8,9	21,5	3,0	0,7	42,6	x	x	33,3	12,5
Ribeira Brava	203,0	- 0,80	- 0,22	9,5	11,7	2,5	2,2	37,6	x	x	25,2	6,1
Santa Cruz	527,3	- 0,13	0,47	11,5	6,9	2,0	3,1	40,9	x	x	41,5	10,2
Santana	79,9	- 1,21	- 0,66	6,6	13,3	2,2	1,4	30,3	x	x	35,3	5,9
São Vicente	71,7	- 1,33	- 0,81	7,6	15,6	2,5	2,3	35,4	x	x	34,9	0,0
Porto Santo	128,0	- 0,55	- 0,02	6,9	7,1	3,8	3,1	26,5	x	x	57,9	4,8

Quadro 2 – População residente em Santa Cruz no período 2001-2011

Município	Total População Residente	
	2001	2011
Região Autónoma da Madeira	253426	266540
Calheta	13005	11428
Câmara de Lobos	31476	35614
Funchal	115403	111289
Machico	22016	21705
Ponta do Sol	8756	8827
Porto Moniz	3432	2681
Ribeira Brava	13170	13275
Santa Cruz	23465	42977
Santana	10302	7636
São Vicente	7695	5655
Porto Santo	4706	5453

Fonte: Própria. Tabela elaborada com base em dados provenientes do INE (Instituto Nacional de Estatística).

Quadro 3 – Principais culturas produzidas na RAM em 2011.

	Região Autónoma da Madeira			Portugal		
	Superfície	Produção	Produção por hectare	Superfície	Produção	Produção por hectare
	ha	t		ha	t	
Culturas Temporárias						Temporary Crops
Cereais						Cereals
Trigo	30	61	2,0	42 496	51 003	1,2 Wheat
Milho	48	180	3,8	99 983	831 706	8,3 Maize
Aveia	0	0	//	52 351	48 255	0,9 Oats
Centeio	1	1	0,7	19 719	18 388	0,9 Rye
Cevada	1	1	0,9	16 627	21 000	1,3 Barley
Outras						Others
Batata	1 566	39 173	25,0	26 501	389 800	14,7 Potatoes
Feijão	0	0	//	3 511	2 058	0,6 Beans
Culturas Permanentes						Permanent Crops
Citrinos						Citrus Fruits
Laranja	24	121	5,0	16 374	228 101	13,9 Orange
Tangerina	12	96	8,0	2 223	33 000	14,8 Tangerine
Frutos Frescos						Fresh Fruits
Maçã	99	1 911	19,4	12 539	247 229	19,7 Apple
Pera	24	349	14,5	10 971	230 447	21,0 Pear
Figo	15	116	8,0	4 245	3 014	0,7 Fig
Pêssego	6	29	4,8	3 711	34 520	9,3 Peach
Cereja	63	232	3,7	5 617	13 350	2,4 Cherry
Frutos Secos						Nut Fruits
Amêndoa	0	0	//	26 877	7 680	0,3 Almond
Castanha	94	76	0,8	34 648	18 271	0,5 Chestnut
Outros						Others
Azeitona de mesa	0	0	//	7 635	9 048	1,2 Table olive
Uva de mesa	5	40	8,0	2 485	15 989	6,4 Dessert grapes
Outras Culturas Regionais						Other Crops in the Region
Banana	711	15 809	22,2	1 008	20 917	20,8 Banana

Fonte: Censos 2011, Instituto Nacional de Estatística

Quadro 4 – Produção vinícola declarada expressa em mosto por município em 2011.

	Total	Produção de vinho por qualidade						
		Vinho licoroso com DOP	Vinho com denominação de origem protegida		Vinho com indicação geográfica protegida		Vinhos sem certificação	
			Branco	Tinto/Rosado	Branco	Tinto/Rosado	Branco	Tinto/Rosado
Portugal	5 466 258	539 505	821 786	1 299 370	286 008	999 302	367 335	1 152 952
Continente	5 420 933	507 445	821 387	1 298 539	285 539	998 037	367 014	1 142 973
R. A. Madeira	34 306	30 627	286	831	69	97	112	2 283
Calheta	177	27	0	0	0	0	10	139
Câmara de Lobos	11 070	10 141	0	0	0	0	5	923
Funchal	9 090	8 569	0	489	0	0	3	30
Machico	53	6	0	0	0	0	3	44
Ponta do Sol	14	4	0	0	0	0	0	10
Porto Moniz	218	30	0	0	0	0	24	165
Ribeira Brava	122	47	0	0	0	0	13	63
Santa Cruz	11 812	11 655	0	15	54	78	2	8
Santana	356	28	0	0	0	0	25	302
São Vicente	1 242	115	286	327	16	19	4	474
Porto Santo	152	5	0	0	0	0	23	124

Fonte: Censos 2011, Instituto Nacional de Estatística

Quadro 5 – Produção pecuária por município em 2009.

	Explorações		Tratores por 100 hectares da superfície agrícola utilizada	Bovinos por exploração	Vacas leiteiras por exploração	Suínos por exploração	Ovinos por exploração	Caprinos por exploração	Cabeças normais por SAU
	Com sistema de rega	Com trator							
	%								
Portugal	53,66	47,7	5,0	28,6	26,7	38,2	42,9	12,9	0,60
Continente	54,00	51,3	5,1	28,5	26,3	41,5	44,0	14,2	0,56
R. A. Madeira	96,91	1,5	4,1	4,6	3,6	7,8	4,8	3,1	2,44
Calheta	97,06	2,2	7,2	3,9	1,8	1,6	3,1	2,6	1,95
Câmara de Lobos	93,30	0,1	0,6	6,9	0,0	1,6	3,5	2,8	2,47
Funchal	98,71	0,7	2,7	3,2	4,5	7,4	6,2	3,6	0,79
Machico	98,43	0,5	1,3	3,6	8,9	2,0	3,9	3,0	1,04
Ponta do Sol	99,59	5,4	15,6	3,1	2,0	1,3	3,1	2,7	1,34
Porto Moniz	97,64	3,6	6,9	3,4	2,8	2,0	5,2	2,1	1,30
Ribeira Brava	95,96	0,2	0,6	3,4	1,5	1,4	3,9	3,4	1,31
Santa Cruz	97,67	1,8	5,5	19,0	10,4	72,3	8,3	3,1	15,17
Santana	99,15	2,3	4,8	2,1	1,3	1,8	6,3	3,1	0,88
São Vicente	96,25	0,4	1,1	3,7	1,0	1,4	5,0	3,7	0,62
Porto Santo	74,63	2,2	1,6	8,9	0,0	5,6	12,4	6,7	0,54

Fonte: Censos 2011, Instituto Nacional de Estatística

Anexo IV – Nomenclatura do ICNF de espécies florestais mais comuns em Portugal Continental

Espécies florestais mais comuns em Portugal continental	
Resinosas	
Pinheiro-bravo	<i>Pinus pinaster</i>
Pinheiro-manso	<i>Pinus pinea</i>
Outras resinosas	
Pinheiro-de-alepo	<i>Pinus halepensis</i>
Pinheiro-insigne	<i>Pinus radiata</i>
Pinheiro-silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>
Ciprestes	<i>Cupressus</i> spp.
Pseudotsuga	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Folhosas	
Acácias	<i>Acacia</i> spp.
Alfarrobeira	<i>Ceratonia siliqua</i>
Castanheiro	<i>Castanea sativa</i>
Eucaliptos	<i>Eucalyptus</i> spp.
Sobreiro	<i>Quercus suber</i>
Azinheira	<i>Quercus rotundifolia</i>
Outros carvalhos	<i>Quercus</i> spp. (excepto <i>Q. suber</i> e <i>Q. rotundifolia</i>)
Carvalho-português	<i>Quercus faginea</i>
Carvalho-negral	<i>Quercus pyrenaica</i>
Carvalho-roble	<i>Quercus robur</i>
Outras folhosas	
Amieiro	<i>Alnus glutinosa</i>
Bidoeiros	<i>Betula</i> spp.
Choupos	<i>Populus</i> spp.
Faia	<i>Fagus sylvatica</i>
Freixo	<i>Fraxinus</i> spp.
Medronheiro	<i>Arbutus unedo</i>
Salgueiros	<i>Salix</i> spp.
Ulmeiros	<i>Ulmus</i> spp.

Anexo V – Quadro completo de principais características de metodologias de risco

Autores	Dados utilizados	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Área de estudo	Comentário
Chuvieco e Congalton (1989)	Imagem de alta resolução (LANDSAT)	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação: 100 - Elevação: 30 - Declive: 10 - Exposição solar: 5 - Proximidade à rede viária: 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise multicritério e integrada ao risco de incêndio - Hierarquização das variáveis -> atribuição de peso com base na importância que cada uma tem para o risco de incêndio 	Costa mediterrânea de Espanha – Selecção tem em atenção as condições climatológicas, físicas e as espécies vegetais típicas de regiões mediterrâneas	Inovadora, foi a primeira metodologia que procura uma abordagem integrada ao risco de incêndio. Constitui a base de quase todas as metodologias a partir desse ponto.
IGP (2004)	Carta de Ocupação do Solo (COS 2001)	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupação do solo: 590 - Declives: 210 - Rede Viária: 70 - Exposição solar: 60 - Densidade demográfica: 40 - Visibilidade por postos de vigia: 30 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de Carta uma de susceptibilidade; - Reclassificação das cartas temáticas em 5 classes (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta). 	Portugal Continental	Baseada em Almeida (1995) e Chuvieco e Congalton (1989)

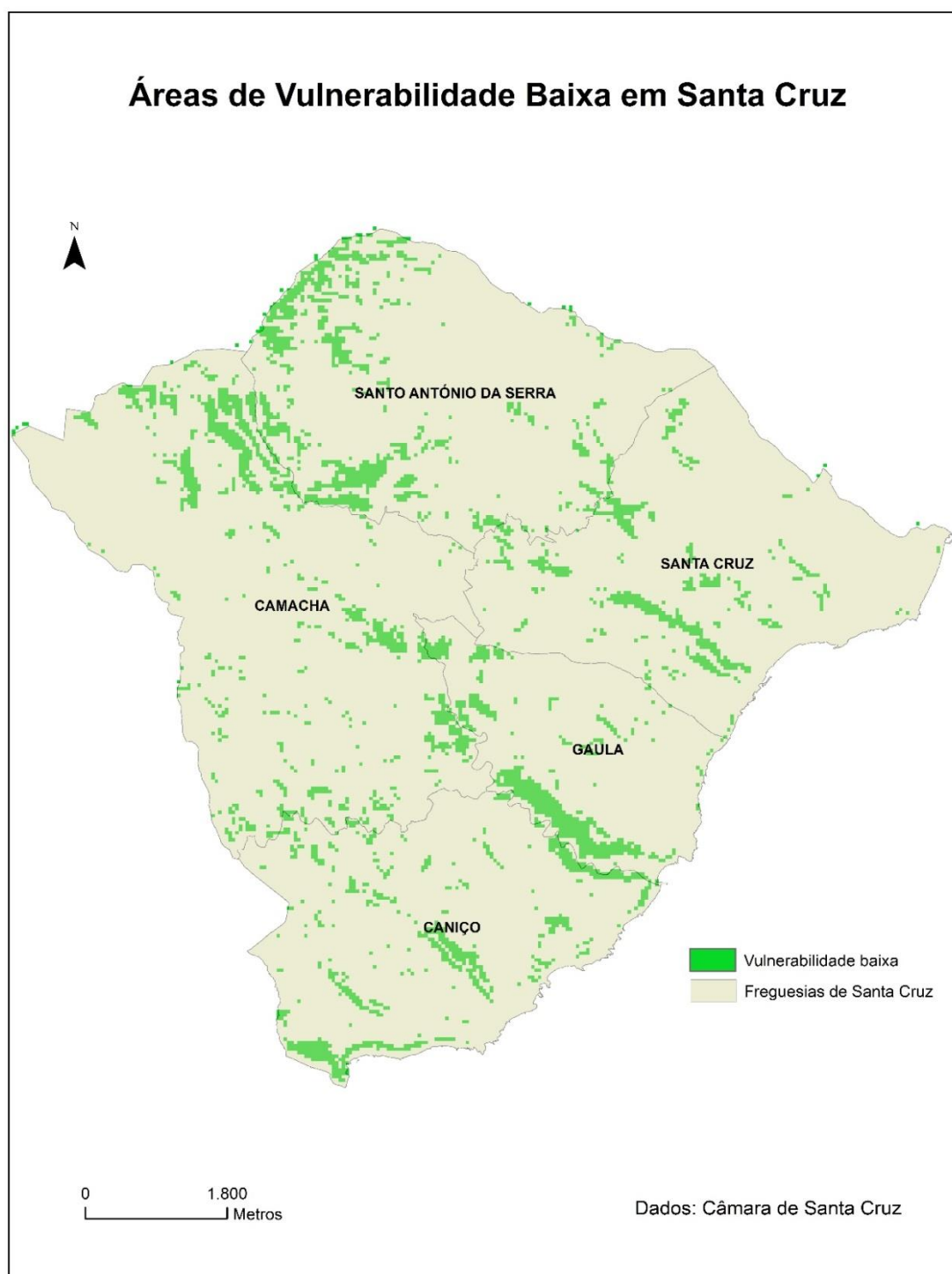
Autores	Dados utilizados	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Área de estudo	Comentário
IGP (2009)	Carta Ocupação do Solo (COS 2007)	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupação do solo: 590; - Declives: 210 - Rede viária (incluindo rede ferroviária e linhas de alta tensão): 90 - Exposição solar: 60 - Densidade demográfica: 50 	<ul style="list-style-type: none"> - Deixou de se considerar os postos de vigia - Aumento do peso atribuído à densidade demográfica e às redes viárias 	Portugal Continental	Estudos indicam que as alterações não trouxeram melhorias acentuadas aos resultados desta metodologia por comparação com a de 2004.
Vettorazzi e Ferraz (1998)	<ul style="list-style-type: none"> - Carta planialtimétrica do IGC (1978) - Mapa uso do solo - Fotografias aéreas de 1995 	<ul style="list-style-type: none"> - Vizinhança (50m em redor da área de estudo): 5 - Rede viária: 4 - Ocupação do solo: 4 - Os declives: 3 - Exposição Solar: 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Peso de cada variável atribuído de 1 e 5 - Subclasse das variáveis classificadas de 1 a 20 consoante a sua influência para o risco 	Estação Experimental de Tupi, São Paulo	- Metodologia criticada por não atribuir mais importância à ocupação do solo do que às restantes variáveis

Autores	Dados utilizados	Variáveis consideradas/Ponderação				Metodologia	Área de estudo	Comentário
		Variável	Montanha	Planície	Litoral			
Virginia Department of Forestry		Ocupação do Solo	32	40	21	- Subclasses das variáveis classificadas de 0 a 10 - A ponderação só entra em função da sua localização no litoral, na planície ou na montanha	Virginia, Estados Unidos da América	- Algumas dúvidas na ponderação relativamente à localização por exemplo em relação à montanha ter menos peso do que as planícies uma vez que áreas de maior altitude costumam apresentar maior risco
		Declive	9	14	13			
		Exposição	10	2	13			
		População	14	16	14			
		Rede viária	7	8	11			
		Caminhos-de-Ferro	4	6	5			
		Ocorrências	24	24	23			
Mário R. Caetano, Sérgio Freire & Hugo Carrão (2004)	Imagens LANDSAT	- Vegetação: 100 - Declive: 30 - Exposição solar: 10 - Proximidade a estradas ou áreas urbanas: 5 - Elevação: 2				- Reclassificação de índice estrutural de incêndio (3 classes) e de índice potencial de incêndio (4 classes)	- Área escolhida com base na frequência de incêndios no passado, diversidade paisagística e de espécies florestais	- Pretende integrar as variáveis estruturais e as dinâmicas - Revela um esforço para considerar a actividade humana

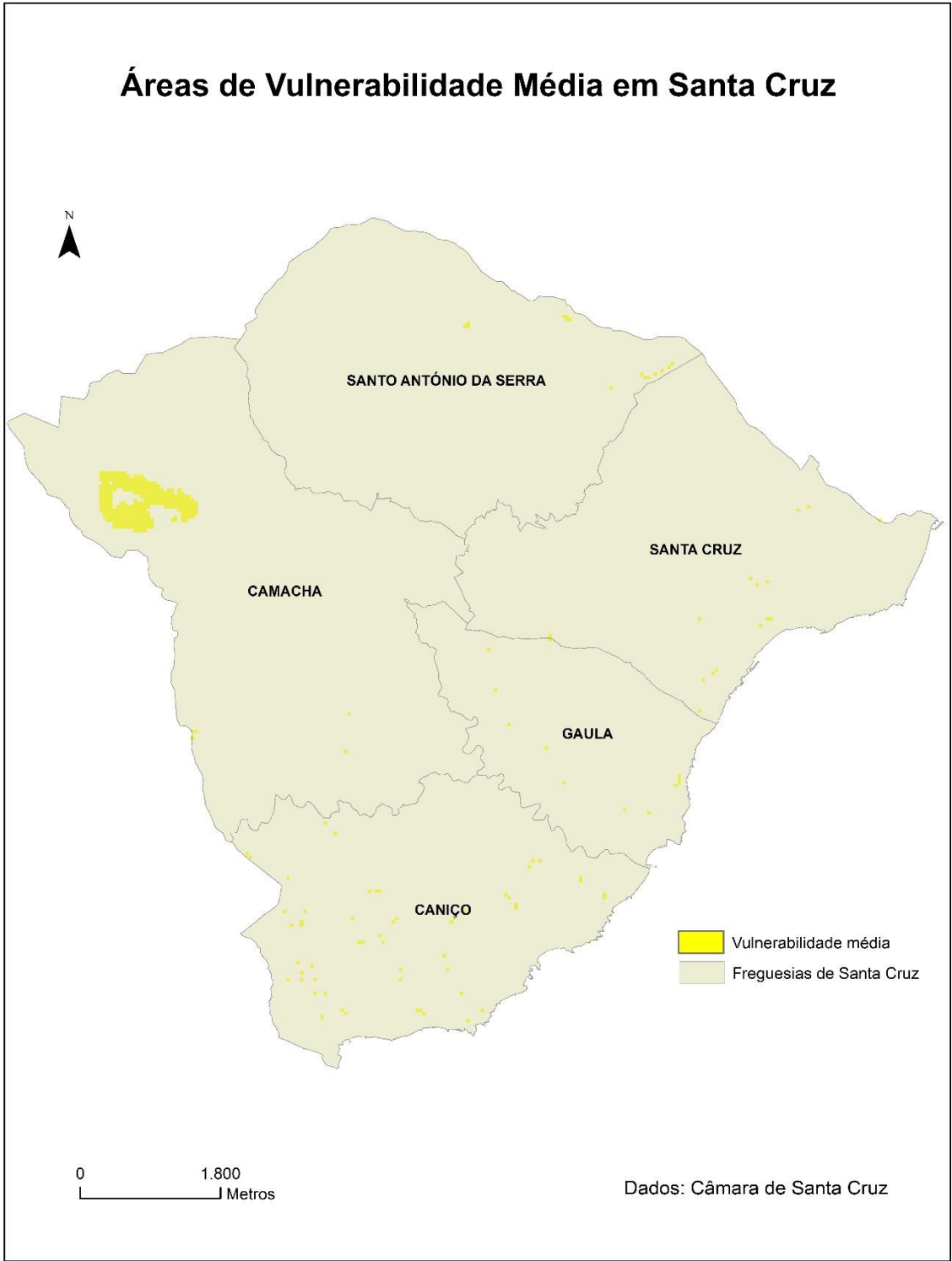
Autores	Dados utilizados	Variáveis consideradas/Ponderação	Metodologia	Área de estudo	Comentário
Abhinnet, J., Shirish A. R. (2006)	- Imagens satellite IRS IB e LANDSAT -Ortofotomapas	- Vegetação: 10 - Habitações: 5 - Estradas: 5 - Declives: 3	- Variação das subclasses com vegetação de 1 a 10, habitações e estradas de 1 a 4 e declives de 1 a 5 - Reclassificação do índice de risco em 5 classes	Índia, Parque Nacional Rajaji	- Grande preocupação com a componente humana - Analisa áreas ardidas no passado e prova que maioria dos incêndios tem origem próximo de estradas, caminhos e urbanizações

Anexo VI – Mapas resultantes das reclassificações na fase da metodologia

Mapa 1 – Mapa da Vulnerabilidade Baixa



Mapa 2 – Mapa de Vulnerabilidade média



Mapa 3 – Mapa de Vulnerabilidade Elevada

